

Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Tiago João Martins da Cunha
Implementação de Técnicas e Princípios de Produção Lean no
Processo de Lacagem de Estofos/Revestimentos na Indústria Automóvel

Tiago João Martins da Cunha

Implementação de Técnicas e Princípios de
Produção Lean no Processo de Lacagem de
Estofos/Revestimentos na Indústria Automóvel



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Tiago João Martins da Cunha

Tiago João Martins da Cunha

Implementação de Técnicas e Princípios de Produção Lean no Processo de Lacagem de Estofos/Revestimentos na Indústria Automóvel

Tese de Mestrado
Engenharia Industrial

Trabalho efectuado sob a orientação do
Professor Doutor Rui Manuel Alves da Silva e Sousa



Agradecimentos

À TMG Automotive e seus administradores, particularmente à Dra. Isabel Furtado, pela oportunidade concedida de realização do projeto curricular na empresa.

Ao Eng. Bruno Guimarães, diretor de produção, pela oportunidade que me proporcionou, pela ajuda, acompanhamento e conselhos durante todo o projeto.

Ao Eng. Josué Alves e ao Sr. António Silva, responsáveis pelo processo de lacagem, por toda a ajuda, apoio, disponibilidade, experiência partilhada e amizade.

A todos os operadores do processo de lacagem pela colaboração e empenho, foram peças chave na conclusão deste projeto.

A todas as pessoas da TMG Automotive que de algum modo contactei e contribuíram para este trabalho.

Ao meu orientador da Universidade do Minho, Professor Doutor Rui Sousa, pelas instruções e orientações fornecidas durante a realização da dissertação.

A todos os docentes e colegas com quem tive a oportunidade de conviver durante o curso na Universidade do Minho.

Aos meus pais, meus irmãos e meus avós, por me terem possibilitado este momento, por serem como são, por serem a minha família.

E para finalizar à Daniela, por tudo... e por tudo o que há-de vir.



あなたは山の頂上に複数のパスがあることを理解する必要があります

“Deves compreender que existe mais do que um caminho até ao topo da montanha”

Miyamoto Musashi



Resumo

A indústria automóvel é uma indústria muito competitiva e como tal as empresas nela inseridas têm de ter um nível competitivo muito elevado. O paradigma Lean Manufacturing surge como uma filosofia crucial a implementar na perspectiva de diminuir desperdícios e promover uma constante melhoria dos processos produtivos.

Esta dissertação foi desenvolvida no âmbito do projeto final de curso do Mestrado em Engenharia Industrial da Universidade do Minho. O mesmo foi realizado na empresa TMG Automotive, situada em Guimarães.

O objetivo do presente trabalho é implementar técnicas e princípios de produção Lean no processo de lacagem de estofos/revestimentos na indústria automóvel, mais especificamente SMED e 5S, de modo a proporcionar uma melhoria do sistema produtivo da TMG Automotive, mais concretamente no que diz respeito ao desempenho do processo de lacagem.

Numa fase inicial foi realizada uma análise do processo de lacagem que permitiu recolher diversos dados como os tempos de setup, o modo operativo adotado e a organização e limpeza do local de trabalho, de modo a averiguar a fluidez do processo. De seguida, com base nos dados recolhidos, foram formuladas diversas propostas de melhoria, relacionadas com a metodologia SMED, na máquina de lacagem e, associadas com a metodologia 5S, na cozinha de lacas.

Após a análise dos resultados referentes a essas mesmas melhorias, que se traduzem numa redução de 30 minutos de tempo de setup médio na máquina de lacagem e uma melhor organização e limpeza da cozinha de lacas, pode-se concluir que a aplicação das ferramentas seleccionadas neste trabalho, e que têm por base o paradigma Lean Manufacturing, permitem um melhor desempenho e menos desperdícios do processo de lacagem.

No final e verificando que, através da mudança de mentalidade nas pessoas que participam no processo de lacagem, a melhoria continua se encontra efetivamente presente, conclui-se que o projeto foi bem sucedido. São ainda lançadas algumas sugestões quanto a desenvolvimentos futuros.

Palavras - chave: Lean Manufacturing, SMED, 5 S, Melhoria Contínua, Desperdícios



Abstract

The automotive industry is a very competitive industry, so companies within this industry must have a very high competitive level. The Lean Manufacturing paradigm emerges as a crucial philosophy to be implemented in a perspective of reducing waste and promote continuous improvement of production processes.

This work was developed under the final project of the Master Course in Industrial Engineering from the University of Minho. It was done in the company TMG Automotive, located in Guimarães.

The objective of this study is to implement techniques and principles of Lean Manufacturing in the process of lacquering upholstery/coatings in the automotive industry, more specifically SMED and 5S, in order to improve the TMG Automotive productive system, specifically in terms of performance of the lacquering process.

Initially an analysis was conducted in the lacquering process, gathering various data, such as setup times and current operating mode as well as organization and cleanliness of the workplace in order to determine the smoothness of the process.

Then, based on the data collected, several improvement proposals were made, related with SMED methodology, in the lacquering machine and, associated with 5S methodology, in the lacquering kitchen.

After analyzing the results from these improvements, which represent a 30 minutes decreasing in the lacquering machine average setup time and a better organization and cleanliness in the lacquering kitchen, it can be concluded that the application of the selected tools, which are based on the Lean Manufacturing paradigm, allow a better performance and less waste in the lacquering process.

In the end, and noting that continuous improvement is actually present, through the change of mentality in the participants of the lacquering process, it is concluded that the project was successful. There are still posted some suggestions for future developments

Keywords – Lean Manufacturing, SMED, 5 S, Continuous Improvement, Waste



Índice

Agradecimentos	ii
Resumo.....	iv
Abstract	v
Índice.....	vi
Índice de Figuras	ix
Índice de Tabelas.....	xi
Lista de Siglas e Acrónimos.....	xii
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento e Motivação.....	1
1.2 Objetivos	2
1.3 Metodologia de Investigação	2
1.4 Estrutura.....	4
2. Fundamentação Teórica / Revisão Bibliográfica	5
2.1 Revolução Industrial.....	5
2.2 Produção em Massa	5
2.3 Toyota Production System	6
2.4 Princípios do Lean Manufacturing	8
2.5 Metodologias/Técnicas/Ferramentas Lean	10
2.5.1 Value Stream Mapping.....	11
2.5.2 Just in Time.....	12
2.5.3 Kanban.....	14
2.5.4 Push Vs Pull	15
2.5.5 Heijunka.....	16
2.5.6 5W2H.....	16
2.5.7 Gestão Visual.....	16
2.5.8 Overall Equipment Effectiveness	17
2.5.9 Kaizen	18
2.5.10 Ciclo PDCA	18
2.5.11 Jidoka.....	19
2.5.12 Poka-Yoke.....	19
2.5.13 Total Productive Maintenance	20
2.5.14 5S.....	20



2.5.15	Single Minute Exchange of Die	24
2.5.16	Sete Ferramentas da Qualidade	28
2.6	Análise Crítica	31
3.	Descrição da Empresa	33
3.1	Grupo TMG	33
3.2	TMG Automotive	34
3.3	Descrição Geral do Processo Produtivo	35
4.	Análise e Diagnóstico da Secção de Lacagem	40
4.1	Descrição das Fases do Processo	40
4.2	Diagnóstico	45
4.2.1	Grupos de Operações de Setup	46
4.2.2	Processo de Limpeza de 1 Cabeça de Lacagem	47
4.2.3	Processo de Mudança de Circuito em 1 Cabeça	48
4.2.4	Processo de Carregamento de Cilindro e/ou Laca em 1 Cabeça	48
4.2.5	Processo de Mudança de Cabeça Móvel	48
4.3	Síntese de Problemas	50
4.3.1	Setups Efetuados de Forma Incorreta e Não Otimizada	50
4.3.2	Desorganização do Posto de Trabalho	51
5.	Ações de Melhoria	52
5.1	Redução dos Tempos de Setup	52
5.2	Aplicação das Fases da Metodologia SMED	52
5.2.1	Fase A – Setup Interno e Externo Não Diferenciados	52
5.2.2	Fase B – Separação de Setup Interno e Externo	52
5.2.3	Fase C – Conversão de Setup Interno em Externo	54
5.2.4	Fase D – Racionalização do Setup Interno e Externo	55
5.3	Registo de Tempos	63
5.4	Organização da Cozinha de Lacas	66
5.4.1	Registo Fotográfico	68
5.5	Propostas Não Aprovadas	72
5.5.1	Operação de Limpeza de Cilindro	73
5.5.2	Propostas	74
6.	Análise de Resultados	76
6.1	Tempos de Preparação	76
6.2	Organização da Cozinha de Lacas	79



7. Conclusões e Trabalho Futuro	80
7.1 Conclusões.....	80
7.2 Perspetiva de Trabalho Futuro.....	81
Referências Bibliográficas.....	83
ANEXOS	87
Anexo A – Modo Operatório de Troca de Referência.....	88
Anexo B – Ficha Auditoria 5 S Cozinha de Lacas.....	90
Anexo C – Ficha de Acompanhamento de Resultados Auditorias 5 S	91
Anexo D – Posters de Bom Funcionamento da Cozinha de Lacas	92
Anexo E – Layout TMG Automotive	94
Anexo F – Máquina de Lacagem.....	96



Índice de Figuras

Figura 1 - Sete desperdícios lean (Melton, 2005).	7
Figura 2 - Desperdícios ocultos pelo inventário (Slack, 2001).	8
Figura 3 - Cinco princípios lean (Womack & Jones, 1996).	9
Figura 4 - Exemplo de value stream mapping (Abdulmalek & Rajgopal, 2007).	11
Figura 5 - Casa do TPS (Liker, 2003).	12
Figura 6 - Exemplo de sistema kanban (Melton, 2005).	14
Figura 7 - Push VS Pull (Martin, 1994)	15
Figura 8 - Exemplo de gestão visual (Ortiz, 2010).	17
Figura 9 - Ciclo PDCA (Wikipedia, 2012)	19
Figura 10 - Elementos chave de um setup (Van Goubergen & Van Landeghem, 2002) 25	
Figura 11 - Fases SMED (Shingo, 1985)	26
Figura 12 - Diagrama de Pareto (Wikipedia, 2012)	28
Figura 13 - Diagrama de Ishikawa (Ishikawa, 1976)	29
Figura 14 - Exemplo de histograma (Kume, 1988)	30
Figura 15 -Localização da TMG Automotive.....	35
Figura 16 - Layout TMG Automotive	36
Figura 17 - Processo produtivo TMG Automotive (TMG, 2008)	37
Figura 18 - Processo produtivo Lacagem	40
Figura 19 - Armazém de produtos químicos (cozinha de lacas)	41
Figura 20 - Pesagem dos produtos	41
Figura 21 -Mistura da laca	42
Figura 22 -Filtragem da laca	42
Figura 23 - Colocação da laca na cabeça de lacagem	43
Figura 24 -Desenrolamento do artigo	44
Figura 25 - Lacagem do artigo	45
Figura 26 - Enrolamento do artigo	45
Figura 27 - Processo de limpeza da cabeça de lacagem	47
Figura 28 - Processo de mudança de circuito em 1 cabeça	48
Figura 29 - Carregamento de cilindro e/ou laca em 1 cabeça	48
Figura 30 - Processo de mudança de cabeça móvel	49



Figura 31 - Tempo médio por mês de troca de referência em 2011	49
Figura 32 - Tempo médio de 4 operações.....	50
Figura 33 - Mangueiras sem e com engate rápido.....	56
Figura 34 - Limpeza de cabeça de lacagem por troca rápida “família de lacas”	58
Figura 35 - Balseiro sem e com revestimento teflon	60
Figura 36 - Cuba pequena e grande sem revestimento teflon	60
Figura 37 - Cuba pequena e grande com revestimento teflon	60
Figura 38 - Circuito revestido com teflon.....	61
Figura 39 - Percurso da laca “situação atual”	61
Figura 40 - Percurso da laca “situação futura”	62
Figura 41 - Processo antes da simplificação.....	62
Figura 42 - Processo depois da simplificação.....	63
Figura 43 - Comparação de tempos de limpeza.....	65
Figura 44 - Tempo médio de 4 operações.....	65
Figura 45 - 1º Piso antes da implementação 5S.....	68
Figura 46 - 1º Piso depois da implementação 5S	69
Figura 47 - 2º Piso antes da implementação 5S.....	70
Figura 48 - 2º Piso depois da implementação 5S.....	70
Figura 49 - 3º Piso antes da implementação 5S.....	71
Figura 50 - 3º Piso depois da implementação 5S.....	72
Figura 51 - Limpeza de um cilindro	73
Figura 52 - Imagem microscópica da superfície de um cilindro de lacagem	74



Índice de Tabelas

Tabela 1 -Grupo de operações de limpeza	46
Tabela 2 -Grupo de operações mudança de circuito	46
Tabela 3 -Grupo de operações carregamento de cilindros e lacas.....	47
Tabela 4 -Grupo de operações mudança de cabeça móvel	47
Tabela 5 -Modo operativo “situação actual”	53
Tabela 6 -Modo operativo “situação futura”	55
Tabela 7 -“Família de lacas” base aquosa	57
Tabela 8 - “Família de lacas” base PUR	58
Tabela 9 - Tempos de limpeza sem teflon	63
Tabela 10 - Tempos de limpeza com teflon	63
Tabela 11 - Tempos de troca de referência por “Família de Lacas”	64
Tabela 12 - Tempos de limpeza com simplificação do processo	64
Tabela 13 - Plano de implementação 5S na cozinha de lacas.....	66
Tabela 14 - Resultados obtidos em limpeza e preparação de uma cabeça de lacagem	76
Tabela 15 - Resultados esperados em tempo médio de troca de referência	77
Tabela 16 - Quantidades de solvente gasto em limpezas.....	78
Tabela 17 - Custo de solvente gasto em limpezas (MEK/MTX) por setup	78
Tabela 18 - Custo anual de solventes gasto em limpeza (MEK/MTX).....	78
Tabela 19 - Poupança anual de solvente em limpezas (MEK/MTX).....	79



Lista de Siglas e Acrónimos

FEP – Etileno Propileno Fluorado

JIT – Just in Time

KPI – Key Performance Indicator

MEK – Metil Etil Cetona

MFC – Material Flow Control

MTX – Metoxipropilo

OEE – Overall Equipment Effectiveness

PDCA – Plan, Do, Check, Act

PTFE – Politetrafluoretileno

PUR – Poliuretano

PVC – Cloreto de Polivinilo

SMED – Single Minute Exchange of Die

TMG – Têxtil Manuel Gonçalves

TPE – Elastómero Termoplástico

TPM – Total Productive Maintenance

VSM – Value Stream Mapping



1. Introdução

Este capítulo centra-se na contextualização do objeto da dissertação, apresentando de forma sucinta o enquadramento e a motivação, os objetivos e a metodologia de investigação utilizada. O capítulo é finalizado com a exposição da estrutura do documento.

1.1 Enquadramento e Motivação

Na atualidade, o mundo industrial apresenta uma competitividade muito elevada, especialmente devido à expansão económica recente dos países em vias de desenvolvimento. Os clientes são cada vez mais exigentes em termos de diversidade de produtos, preços e prazos de entrega, e ainda em termos de qualidade, que assume uma importância fulcral na fidelização desses mesmos clientes. Assim, e de um modo global, as empresas necessitam de apostar em soluções que garantam uma produção rápida, inovadora e sem desperdícios, e isto só é alcançado com muito dinamismo e com uma gestão adequada – a designada Gestão Lean (Lean Management) é um dos paradigmas que responde a este propósito. É inequívoco que a indústria automóvel ocupa um papel principal na economia mundial e a empresa onde será desenvolvido o trabalho, a TMG (Têxtil Manuel Gonçalves) Automotive insere-se neste panorama como uma das líderes mundiais no segmento de produção de estofos/revestimentos automóveis.

Os automóveis são uma tecnologia libertadora para as pessoas ao redor do mundo, permitindo que estas vivam, trabalhem e desfrutem de uma forma que seria inimaginável a alguns séculos atrás (OICA, 2007).

A indústria automóvel é igualmente um importante mundo de inovação, contribuindo com cerca de € 84 mil milhões em pesquisa, desenvolvimento e produção, desempenhando um papel chave no desenvolvimento de outras indústrias e da sociedade. A fabricação de automóveis é também um dos principais contribuintes de receitas para os governos, contribuindo com mais de € 400 mil milhões (OICA, 2007).

Construir 60 milhões de veículos exige o emprego de aproximadamente 9 milhões de pessoas diretamente na construção do veículo e das suas peças, isto é, mais de 5% do



emprego mundial na indústria. Estima-se que cada emprego direto suporta mais 5 indiretos, o que resulta em mais de 50 milhões de empregos por conta da indústria automóvel (OICA, 2007).

Um dos pontos onde o processo produtivo tem um entrave, na medida em que não há qualquer valor acrescentado ao produto, é nas mudanças de produtos. O tempo gasto numa mudança – o tempo de setup – é o que decorre entre o último produto bom do lote anterior e o primeiro produto bom do lote seguinte) (Costa, et al., 2008) e, obviamente, deve ser o menor possível. Assim, a redução de tempo de setup é uma forma de acrescentar melhorias na produção e diminuir substancialmente os custos.

A empresa TMG Automotive sofreu nos últimos dois anos uma expansão considerável e sente necessidade de avançar para uma renovação de métodos e procedimentos de modo a tornar-se mais eficiente, sendo este o principal fator motivacional para a aplicação de princípios de produção Lean, em particular SMED (Single Minute Exchange of Die) e 5S, ao seu sistema produtivo, mais concretamente no processo de lacagem.

1.2 Objetivos

O objetivo geral deste projeto é melhorar o desempenho do sistema produtivo da empresa TMG Automotive, mais especificamente no que concerne ao processo de lacagem, através da aplicação de princípios e metodologias/ferramentas inerentes ao paradigma de produção Lean. A este objetivo geral estão associados objetivos parciais, nomeadamente: a análise e diagnóstico da situação atual do processo de lacagem, a elaboração de propostas de melhoria e de um plano de implementação e a análise de resultados. Serão objeto de aplicação, ferramentas como SMED e 5S.

1.3 Metodologia de Investigação

Para que o presente trabalho seja efetuado com sucesso será necessário interagir constantemente com diversos intervenientes, como orientadores (empresa e universidade), supervisores na empresa e operadores do processo de lacagem. Como tal, considerou-se como metodologia de investigação a adotar a metodologia Action Research. Esta metodologia consiste num grupo de pessoas que identifica um



problema, planeia ações para o resolver, mede os resultados conseguidos e por fim, se estes últimos não forem satisfatórios, formula um novo plano de ações.

O desenvolvimento deste projeto foi delineado em duas fases principais. Numa fase inicial é analisada a situação em que a empresa, e mais particularmente, o processo de lacagem se encontra, obtendo uma familiarização com os problemas existentes, sendo designada esta fase de “situação atual”. Numa fase posterior é analisada com detalhe a situação atual de modo a projetar uma situação futura.

Assim na situação atual efetuam-se os seguintes tópicos:

- Análise dos diferentes produtos e famílias de produtos;
- Identificação de diversos parâmetros da máquina e seu funcionamento;
- Observação do fluxo produtivo e diversas ferramentas utilizadas;
- Observação do fluxo de informação associado (planeamento e controlo de produção);
- Análise dos diversos passos efetuados numa paragem de máquina para mudança de referência, com registo de tempos;
- Identificação de problemas/oportunidades de melhoria;
- Registo fotográfico da situação atual.

Na situação futura pretende-se efetuar os seguintes pontos:

- Eliminar objetos e ferramentas sem uso no processo;
- Simplificar/modificar operações;
- Reduzir os tempos de setup;
- Agilizar o processo arrumando, limpando e organizando o espaço físico;
- Diminuir os consumos de solventes de limpeza.

Com a realização deste trabalho surge a seguinte pergunta de investigação:

Será que a aplicação de metodologias associadas à filosofia Lean Manufacturing, tais como SMED e 5 S, permitem melhorar o desempenho do processo de lacagem?



1.4 Estrutura

A dissertação é constituída por 7 capítulos.

O primeiro capítulo relata o enquadramento e motivação que conduziram à realização deste projeto. São também claramente definidos os objetivos que no final se pretendem alcançar e é igualmente descrita a metodologia utilizada de modo a conseguir atingir esses mesmos objetivos.

O segundo capítulo aborda a diversa fundamentação teórica que sustenta as técnicas aplicadas, através de uma revisão bibliográfica que pretende descrever essencialmente o paradigma Lean, os seus princípios, técnicas, ferramentas e origens. A maior ênfase é dada às metodologias SMED e 5 S.

O terceiro capítulo descreve a empresa onde será realizado o projeto, as suas origens, o seu enquadramento, os produtos que fabrica e comercializa, o seu processo produtivo e o seu layout.

O quarto capítulo centra a sua atenção na análise do processo de lacagem, identificando o seu fluxo, os seus passos e procurando identificar problemas / oportunidades alvo de possíveis melhorias.

No quinto capítulo são elaboradas propostas de melhoria para fazer face aos problemas identificados.

O sexto capítulo analisa de um modo sintético os resultados obtidos e esperados com a implementação das medidas propostas para melhoria do processo.

O sétimo e último capítulo elucida e conclui se as propostas obtiveram efeito positivo no processo e se os objetivos inicialmente alvitados foram alcançados ou não. Reserva igualmente um espaço para considerações sobre trabalhos futuros.



2. Fundamentação Teórica / Revisão Bibliográfica

Este capítulo procura abordar de uma forma abrangente a história do aparecimento dos princípios Lean, com mais relevância para a Toyota Motor Company e para as ferramentas Lean: SMED e 5 S.

2.1 Revolução Industrial

O termo indústria começou inicialmente a ser utilizado tal como o conhecemos com a Revolução Industrial de 1750 a 1850 onde alterações na Agricultura, Produção, Transportes e Tecnologia tiveram grande impacto na vida social, económica e cultural. Tudo se iniciou na Grã-Bretanha e espalhou-se através da Europa Ocidental, América do Norte, Japão e posteriormente para o Resto do Mundo.

As grandes evoluções prenderam-se com a introdução da mecanização na indústria têxtil, o desenvolvimento de técnicas de fabrico de aço e o carvão refinado que viria a impulsionar as máquinas movidas a vapor como o comboio.

Foi essencialmente um período de grandes mudanças económicas e sociais, acoplado a um grande êxodo das zonas rurais para as zonas urbanas.

2.2 Produção em Massa

Após a Revolução Industrial, ocorreu um primeiro acontecimento que alterou por completo o modo como se entendia a indústria. Este acontecimento foi a criação do carro Model T por intermédio de Henry Ford e da Ford Motor Company, nos Estados Unidos da América. Ford é considerado o pioneiro dos processos de produção em massa, a máxima a si atribuída “pode ter um carro de qualquer cor desde que seja preto” exemplifica bem os princípios subjacentes.

Todos os Model T's tinham uma plataforma comum para permitir a partilha de módulos, componentes, processos de fabrico e serviços de forma a reduzir o custo de cada produto. O interior era todo igual incluindo motor, pedais, suspensões, rodas, transmissão e volante (Alizon, et al., 2009).

Com isto Ford conseguia uma economia de escala, reduzindo consideravelmente o custo por cada unidade produzida. É possível retirar ilações positivas das diversas



inovações de Ford, especialmente na indústria automóvel.

Na produção em massa a quantidade produzida é muito grande mas não há variedade de produtos logo, a produção em massa falha quando o cliente começa a exigir diversidade.

2.3 Toyota Production System

Em meados do século XX, surgiu na Toyota Motor Company, no Japão, um sistema sociotécnico integrado que comprometia as filosofias e práticas da indústria até então. Este sistema foi o TPS (Toyota Production System), criado por Taichii Ohno, Shigeo Shingo e Eiji Toyoda, sendo posteriormente descrito e difundido no livro de Ohno “Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production” (Ohno, 1988), que tal como o nome indica veio contrapor muitos princípios iniciados com Henry Ford e a produção em massa.

Como principais objetivos o TPS visa eliminar no processo: a sobrecarga ou sobre processamento (*muri*), a inconsistência (*mura*) e os desperdícios (*muda*).

Muda, Mura e Muri são três termos de origem japonesa que um sistema produtivo, segundo o TPS, procura eliminar e significam respetivamente: desperdício, inconsistência e sobre processamento.

Usualmente os três não podem ser vistos de forma isolada, quando um processo não está balanceado (Mura) acontece um sobre processamento ou sobrecarga de equipamentos, capacidade e pessoas (Muri), o que conduz a diversos casos de atividades sem valor, ou seja, desperdício (Muda), que é definido como qualquer atividade que não acrescenta valor ao produto do ponto de vista do cliente.

Os desperdícios mencionados no TPS (Ohno, 1988) e que são foco de atenção no sentido de serem eliminados, são:

1. Excesso de produção (produzir mais e/ou antes do necessário);
2. Tempos de espera (espera por máquina ou artigo);
3. Transporte (movimento de peças);
4. Inventário (peças semiacabadas entre operações);
5. Processos desnecessários (passos que não acrescentam valor ao produto);

6. Defeitos (artigos que precisam de retificação ou são lixo);
7. Movimentações (movimentos desnecessários dos operadores);

A Figura 1 representa esquematicamente os sete desperdícios Lean.



Figura 1- Sete desperdícios lean (Melton, 2005).

Este sistema, mais do que qualquer outro aspeto da empresa, é o grande responsável por a Toyota ser a empresa que é hoje, e ser reconhecida como um dos líderes da indústria automóvel. É curioso o mito que refere que a Toyota não recebeu inspiração, na criação do seu modelo da indústria automóvel americana, mas sim devido a observações do funcionamento de um supermercado (Ohno, 1988). Ohno viu num supermercado, um modelo a implementar na fábrica. Um cliente num supermercado retira da prateleira apenas a quantidade de produto que quer e necessita, depois a loja repõe apenas o produto retirado para preencher o espaço na prateleira e não mais do que isso. Similarmente um centro produtivo que necessita de peças vai a uma prateleira (ponto de inventário) e “compra” apenas o que necessita, por sua vez o centro produtivo repõe no ponto de inventário apenas a quantidade retirada (Ohno, 1988).

No entanto, é necessário adquirir os conhecimentos necessários sobre o novo paradigma. Muitos empresários americanos observando os processos produtivos inovadores da Toyota incidiram a sua atuação na redução de inventários elevados sem

no entanto, entenderem o que permitia estas reduções possíveis (Goldratt, 1990). Esta imitação apressada sem entender o conceito inerente, conduziu a que muitos desses projetos falhassem.

Por sua vez a Toyota conseguiu reduzir grandemente os seus custos e aumentar a qualidade dos seus produtos, tornando-a numa das maiores e mais bem-sucedidas empresas do ramo automóvel.

A Figura 2 representa os desperdícios que uma empresa pode ter, e que podem permanecer ocultos devido ao elevado nível de inventário.

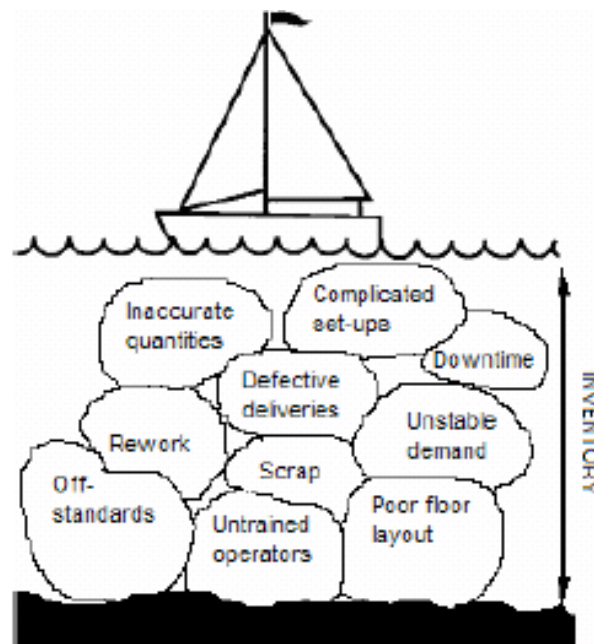


Figura 2 - Desperdícios ocultos pelo inventário (Slack, 2001).

2.4 Princípios do Lean Manufacturing

Lean é uma prática produtiva que foca a sua atenção apenas na criação de valor e aplica uma visão através da perspectiva do cliente. Valor é a ação ou processo que o cliente está disposto a pagar, logo a metodologia Lean procura constantemente a eliminação de desperdícios e a melhoria contínua do processo.

Esta filosofia de gestão advém do TPS e ficou universalmente conhecida com o livro de Womack, Jones e Roos "The machine that changed the world" de 1990 (Womack, et al., 1990). Esta edição apresentou ao mundo alguns princípios da indústria produtiva Japonesa, assim como a edição subsequente também de Womack e Jones "Lean

Thinking” de 1996 (Womack & Jones, 1996), onde são indicados os 5 princípios da filosofia Lean.

A Figura 3 representa esquematicamente os 5 princípios Lean, que depois são sucintamente descritos.

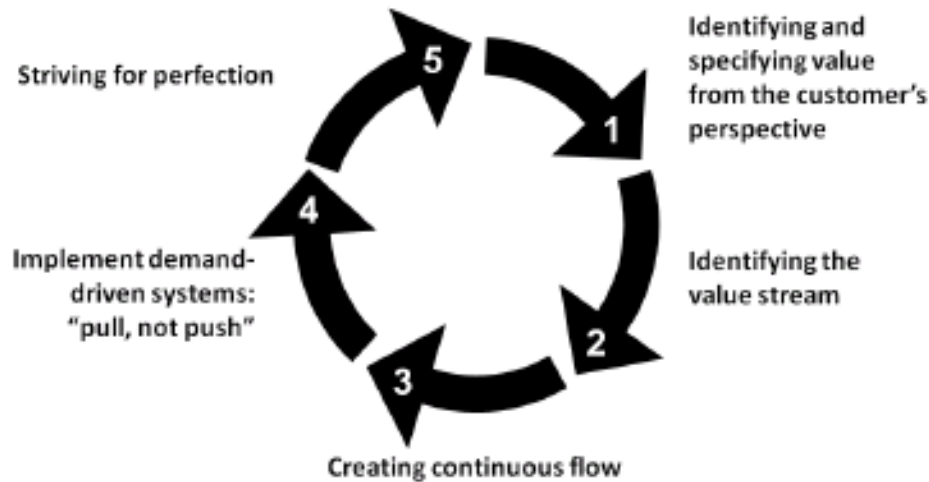


Figura 3 - Cinco princípios lean (Womack & Jones, 1996).

- Definir valor – reconhecimento que apenas uma pequena fração do total de tempo e esforço de uma organização é que realmente adiciona valor ao produto, do ponto de vista do cliente final. Ao claramente definir valor sob o ponto de vista do cliente, todas as atividades que não acrescentam valor ficam identificadas para serem removidas.
- Definir cadeia de valor – a cadeia de valor é o conjunto de atividades que atravessam todas as partes da organização que estão envolvidas na entrega do produto ou serviço. Assim que se define o que o cliente quer deverá se definir como entregar.
- Otimizar fluxos – eliminar todas as atividades que não criam valor para o cliente, assegurar que o produto ou serviço flui até ao cliente sem interrupções, atrasos ou esperas.
- Implementar sistema pull – produzir apenas o que o cliente quer, quando ele o solicita.
- Procurar a perfeição – os ganhos tornam-se realmente significativos quando todos os passos se ligam entre si, quando isso acontece, mais e mais camadas



de desperdícios tornam-se visíveis e o processo caminha para o ponto teórico de perfeição, onde qualquer ação apenas adiciona valor ao produto do ponto de vista do cliente.

Certas diferenças possíveis de encontrar entre o modelo inicialmente criado pela Toyota e os princípios Lean são:

- Orientação para ferramentas – Lean potencia o uso das ferramentas em diferentes situações, tornando a sua utilização abrangente a diferentes temas como o método, as métricas e a parte humana, enquanto a Toyota expõe as ferramentas a problemas particulares, que depois são tratados. Existe provavelmente uma perceção mais estreita das limitações das ferramentas como o VSM (Value Stream Mapping) ou Autonomation.
- A procura do proveito – a Toyota procurava incessantemente a maximização do proveito, logo praticando sistematicamente a redução de custos. Embora também seja um facto importante no Lean, as suas implementações por sua vez concentravam-se mais no melhoramento dos conceitos de “flow” e “pull” (Wikipedia, 2012).

Os ensinamentos Lean alcançam uma abrangência não só ao nível produtivo mas também ao nível da logística, abastecimento da cadeia de valor e no âmbito dos serviços, sendo inclusivamente possível observar a sua aplicação em instituições governamentais e estabelecimentos de saúde como Hospitais e Clínicas (Dickson, et al., 2009) .

Uma implementação Lean é então direccionada para conseguir os resultados certos, no sítio certo, no tempo certo, na quantidade certa para atingir o fluxo de trabalho perfeito, minimizando os desperdícios sendo flexível e apto a mudanças.

2.5 Metodologias/Técnicas/Ferramentas Lean

Existem diversas metodologias, técnicas e ferramentas, que suportam e permitem a concretização dos princípios e pensamentos Lean. O próximo subcapítulo pretende descrever de modo sucinto e objetivo algumas destas, com mais incidência e detalhe no SMED e nos 5S.

2.5.1 Value Stream Mapping

Trata-se de uma técnica cujo principal objetivo é analisar o atual fluxo e em função dos problemas identificados, projetar o estado futuro. Desde o momento da concepção do produto, ainda antes de entrar na fábrica, até a altura em que este produto é entregue ao cliente final. É um mapa de fluxo de informação e materiais frequentemente manuscrito em forma de esboço. Pode ser aplicado a quase todas as cadeias de valor (Rother & Shook, 1999).

A Figura 4 representa um exemplo de um VSM.

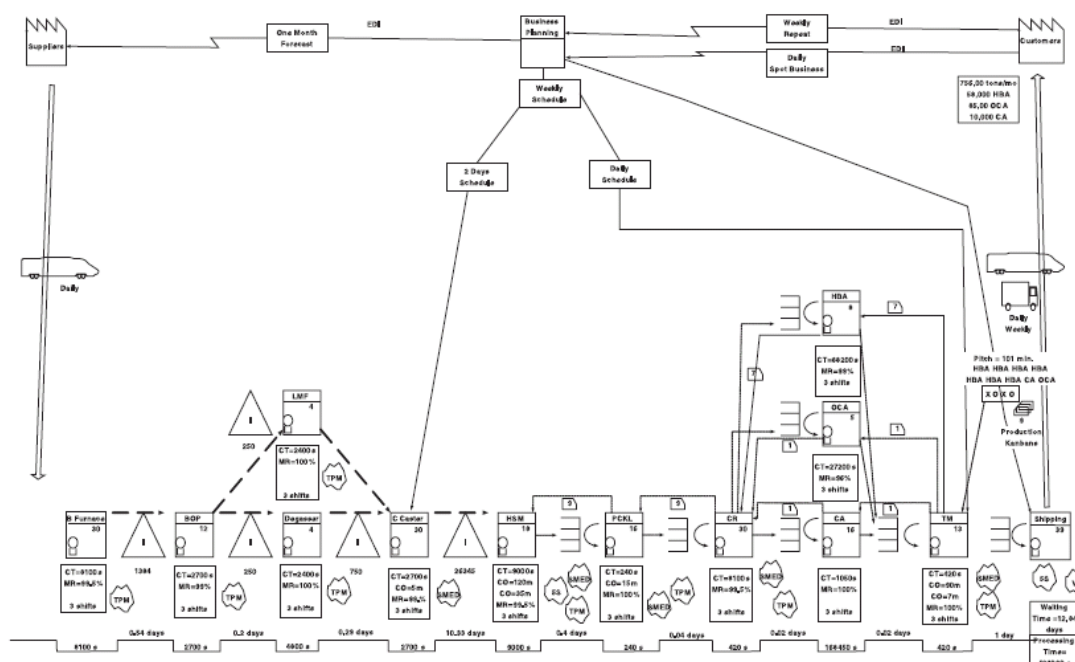


Figura 4 - Exemplo de value stream mapping (Abdulmalek & Rajgopal, 2007).

Para a sua implementação é necessário percorrer certos passos, tais como:

- Identificar a família de produtos ou o produto alvo;
- Desenhar um esboço do estado atual da cadeia de valor, indicando os passos correntes, atrasos e fluxos de informação que são necessários para entregar o produto ou serviço;
- Esboçar no mapa da cadeia de valor os desperdícios possíveis de eliminar;
- Desenhar um mapa futuro da cadeia de valor;
- Trabalhar de modo a conseguir a condição futura.

O VSM é um bom método para o início da implementação de princípios Lean nas empresas:

- Utiliza uma linguagem simples, baseado em símbolos que todos interpretam facilmente;
- Favorece uma abordagem global aos conceitos e ferramentas Lean;
- Ponto de partida para planos de implementação de ações de melhoria;
- Permite uma visualização dos vários processos da cadeia de valor;
- Fornece uma visualização simples entre os diversos fluxos de informação e materiais;
- Permite identificar a origem dos desperdícios.

2.5.2 Just in Time

A metodologia JIT (Just in Time) defende que a posse de inventário é um desperdício e, como tal trata-se de uma filosofia bastante difícil de implementar porque contraria a gestão tradicional que vê o inventário como algo para adicionar e guardar valor. No entanto, foi considerado por (Ohno, 1988) como um dos pilares necessários e fundamentais para suportar o TPS, tal como é possível observar na Figura 5, que representa a casa do TPS.

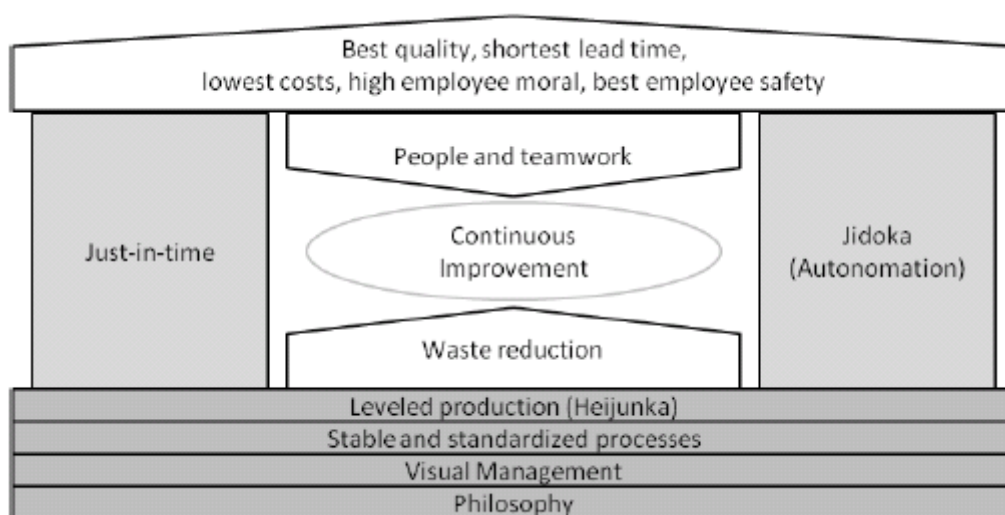


Figura 5 - Casa do TPS (Liker, 2003).

Trata-se de um modo de abastecer cada processo com os itens necessários, na quantidade necessária e no momento necessário (Shingo, 1989).



O risco deste método consiste na diminuição ou eliminação de stocks intermédios. Com isto, caso haja uma quebra nestes stocks, ocorrerá uma paragem total da linha, no entanto o poder do conceito reside exatamente aqui, uma vez que todos os colaboradores trabalham com o objetivo de prevenir o erro. Para que não aconteça uma quebra de stocks o sistema tem de trabalhar em fluxo contínuo, quer do próprio processo, quer de toda a cadeia de abastecimento. Para compreender o conceito de fluxo é necessário entender o que é a cadeia de valor, ou seja, uma conexão de eventos ou atividades que no final entregam valor ao cliente (Melton, 2005).

O fluxo interliga-se com o processo, com pessoas e com cultura, sendo possível relacionar este facto com o trabalho de Goldratt e Cox cujo livro “The Goal” introduziu o conceito de Teoria das Restrições (Goldratt & Cox, 1986). Esta teoria partilha o pensamento Lean na medida em que, considera uma empresa como um sistema de recursos conectados por processos que têm como objetivo fabricar o produto de modo a ser vendido e se algo pode provocar uma diminuição do fluxo são efetivamente restrições (Goldratt & Cox, 1986).

Estes autores introduziram alguns desenvolvimentos sobre regras operacionais de como gerir o processo produtivo, com base em três medidas:

- Throughput: a taxa a que um sistema gera dinheiro através das vendas (das vendas e não do que é produzido, pois se não é vendido não é throughput)
- Inventário: todo o dinheiro investido no sistema na compra de produtos com a intenção de vendê-los.
- Despesas Operacionais: todo o dinheiro despendido pelo sistema na transformação de inventário em throughput.

O conceito introduzido é o gargalo, o passo no processo que determina o throughput de todo o sistema. Todos estes conceitos convergem com os princípios Lean e facilitam a implementação da metodologia JIT.

Algumas outras ferramentas estão intimamente ligadas ao JIT e permitem o funcionamento deste, tais como os kanbans e o sistema pull.

2.5.3 Kanban

O kanban é uma metodologia criada pela Toyota e por Taichii Ohno, que tem o objetivo de controlar os níveis de inventário da produção, cadeia de abastecimento e em alguns casos da matéria-prima. Em japonês, significa literalmente tabuleta ou cartão e é uma ferramenta utilizada para alcançar o JIT.

É um sistema para controlar inventário definido como mecanismo de MFC (Material Flow Control) e determina o que produzir, quanto produzir e quando produzir (Junior & Filho, 2010).

O sistema depende apenas de um parâmetro por fase, trata-se do cartão de autorização de produção chamado kanban, que usualmente vem da ordem do cliente ou do plano mestre de produção, o sinal/cartão flui então por cada centro de trabalho. Cada lote de produtos traz acompanhado um kanban, que o especifica em detalhe: nome do produto, número de lote, tamanho do lote, data de produção, ou outra informação importante para o processo. Ao implementar esta metodologia diversas empresas obtiveram vantagens tais como: diminuição dos tempos de entrega, inventários menores e maiores níveis de qualidade (Chan, 2001).

Para alcançar o objetivo vários parâmetros devem ser determinados cuidadosamente para otimizar as condições de produção, entre eles, o tamanho do kanban é um ponto óbvio de preocupação, geralmente um kanban maior implica um nível de inventário maior mas um tempo de entrega menor devido aos tempos de paragem menos frequentes (Chan, 2001).

Um exemplo de aplicação de um sistema kanban é representado na Figura 6.

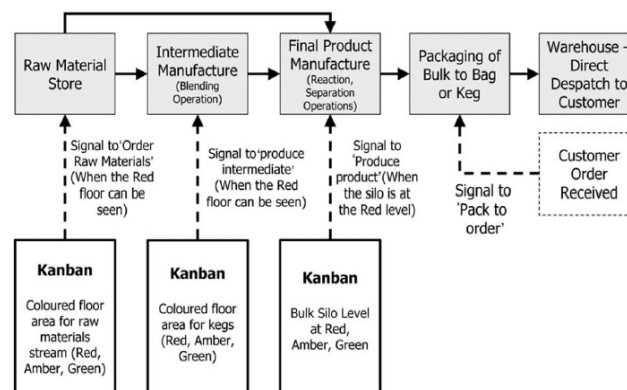


Figura 6 - Exemplo de sistema kanban (Melton, 2005).

2.5.4 Push Vs Pull

As metodologias push e pull estão intimamente ligadas ao modo como flui o processo ou seja, ao fluxo do processo, no caso do sistema pull este é o sistema proposto pelos princípios Lean em oposição ao sistema push que é o tradicionalmente adotado pelas diversas indústrias.

Na metodologia push, os materiais e/ou informação quando entram no sistema agrupam-se no primeiro processo, sendo que a prioridade de tratamento é dada pela regra definida pela programação. Quando uma operação é concluída passa para a seguinte, segundo um roteiro do processo, até que todas as operações estejam completas (Bonney, et al., 1999).

Na metodologia pull, por outro lado, uma operação só é efetuada quando recebe “ordem” ou informação da operação seguinte (Bonney, et al., 1999).

Push e pull são distintos pela origem da sua informação, push significa tomar uma ação em antecipação de uma necessidade, enquanto pull significa tomar uma ação por pedido. Push é igual a “olhar para trás”, enquanto pull é igual a “olhar para a frente”. (Bonney, et al., 1999)

Na metodologia pull e de acordo com os princípios Lean é possível controlar os stocks intermédios e evitar a produção por antecipação, ou seja, apenas se produz quando é necessário, tal como pode ser observado na Figura 7.

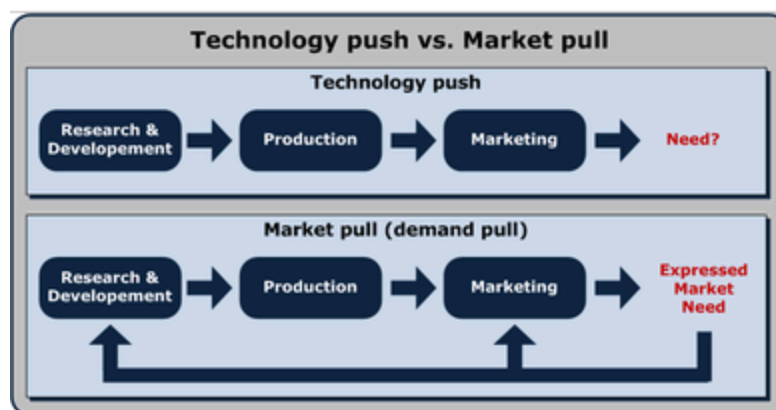


Figura 7 - Push VS Pull (Martin, 1994)



2.5.5 Heijunka

Heijunka trata-se de uma palavra de origem nipónica que significa literalmente nivelamento da produção e é uma técnica utilizada para reduzir o Muda (desperdício). O objetivo é produzir bens intermédios a uma taxa constante, de modo a que os processos subsequentes possam ser executados igualmente a uma taxa constante e previsível.

Flutuações na performance do processo significam desperdício. Como exemplo, e para evitar estas flutuações, a Toyota nunca monta o mesmo automóvel em lotes na linha de montagem final, em contrapartida nivela a produção montando um “mix” de modelos em cada lote, sendo que os lotes são feitos da forma mais pequena possível (Ohno, 1988).

O pressuposto subjacente ao Heijunka é baseado no fato que o produtor tem a escolha relativamente à variabilidade da sequência de produtos a aceitar, em vez de aceitar todos os produtos na ordem em que chegam, o produtor pode ordenar e selecionar de modo a que a entrada em produção se proporcione de modo nivelado e suave. O propósito da técnica é proteger a produção da volatilidade da procura (Huttmeir, et al., 2009).

2.5.6 5W2H

Trata-se de uma técnica muito eficaz para o planeamento de tarefas, ações e atividades, assim como outros aspetos necessários para a realização de um trabalho. Ao nível do processo tem como função planear a análise de um problema, de modo a aumentar a informação sobre este e detetar uma resolução, assim como uniformizar procedimentos a serem feitos para prevenir o reaparecimento do mesmo.

A sua designação corresponde às palavras de origem inglesa 5W (What, Why, Who, When, Where) e 2H (How, How much), estas palavras devem ser postas sobre a forma de interrogação e a sua resposta aproximará mais o utilizador do cerne do problema.

2.5.7 Gestão Visual

A gestão visual é talvez uma das mais simples ferramentas dos princípios Lean sendo no entanto, igualmente eficaz e útil na identificação de oportunidades de melhoria no

processo. É um sistema de planeamento e controle que integra ferramentas visuais simples que possibilitam que se entenda a situação atual.

Permite que todos possam ver e entender o mesmo, tornando desse modo a informação transparente, ajudando a focalizar no processo e não nas pessoas, além de realçar o que é mais importante. É diversas vezes confundido com “poluição visual”, como a disposição de uma diversidade de informações históricas em quadros e painéis expostos na parede. No entanto, a gestão visual é diferente pois esta deve permitir entender e visualizar os problemas o mais próximo possível do local e momento em que acontecem e saber igualmente o que se está a realizar para corrigir a situação. A gestão visual é uma forma de comunicação “sem palavras, sem voz” sendo um verdadeiro mapa das condições da empresa para todos aqueles que podem ler sinais físicos (Hall, 1987).

A Figura 8 é um exemplo de aplicação de gestão visual na organização de ferramentas num local de trabalho.



Figura 8 - Exemplo de gestão visual (Ortiz, 2010).

2.5.8 Overall Equipment Effectiveness

É uma técnica desenvolvida por Seiichi Nakajima nos anos 60 que, engloba uma hierarquia de métricas que avaliam e indicam a eficácia de operações de produção. Os resultados são apresentados num modelo genérico que permite comparações entre diferentes indústrias.

OEE (Overall Equipment Effectiveness) separa o desempenho de uma unidade fabril em três componentes distintos mas, no entanto, mensuráveis: disponibilidade,



desempenho e qualidade. Cada componente aponta para um aspecto do processo que pode ser alvo de melhoria.

As métricas OEE são frequentemente utilizadas como KPI (Key Performance Indicator) de modo a providenciarem um indicador de sucesso.

2.5.9 Kaizen

Kaizen é uma palavra japonesa que literalmente significa melhoria ou mudança para melhor e é um evento focado e estruturado na melhoria de um determinado projeto, usando uma dedicada equipa multidisciplinar para melhorar uma área de trabalho ou processo alvo, com objetivos específicos e num espaço de tempo acelerado. Em adição a uma variedade de melhorias técnicas do sistema também se observa uma melhoria social quando é implementado um evento Kaizen (Glover, et al., 2011).

Eventos Kaizen são uma forma das empresas implementarem e introduzirem o conceito de melhoria contínua e desenvolver uma cultura que suporta essa melhoria contínua a longo prazo. Kaizen, desenvolvido pela Toyota Motor Company, é reconhecido como um elemento chave principal da indústria japonesa (Glover, et al., 2011).

2.5.10 Ciclo PDCA

O conceito do ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act) foi introduzido pelo “guru” do controle de qualidade W. Edwards Deming e é baseado no Método Científico, ou seja, existe uma hipótese, realiza-se uma experiência e procede-se a uma avaliação. De acordo com o autor, durante os seus estudos no Japão nos anos 50, os participantes japoneses encurtaram os passos para o tradicional “plan, do, check, act” (Deming, 1986).

PDCA deve ser repetidamente implementado em espiral de modo a que, o conhecimento do sistema fique cada vez mais perto do final, sem que no entanto exista um final, de modo a promover sempre a melhoria contínua, tal como fica demonstrado na Figura 9.

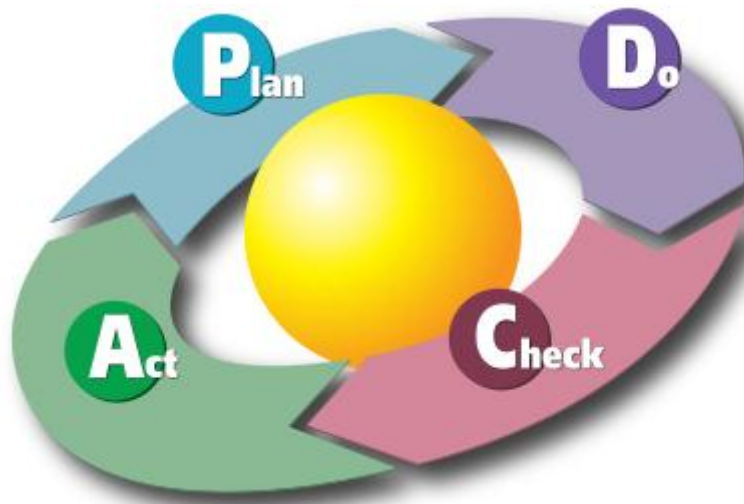


Figura 9 - Ciclo PDCA (Wikipedia, 2012)

2.5.11 Jidoka

Criado pela Toyota Motor Company o termo jidoka é descrito como “automação inteligente” ou “automação com um toque humano”. Na Toyota isto significa que, usualmente se um problema surge a máquina para e o operador para igualmente a linha de produção. Jidoka previne a produção de produtos com defeito, elimina a sobre produção e dirige a atenção para a origem do problema de modo a assegurar que este nunca mais volta a ocorrer. É um processo de qualidade que, implica os quatro seguintes princípios: detetar o problema, parar, corrigir imediatamente a anormalidade e investigar a causa da questão de modo a implementar uma contramedida ou ação corretiva (Rosenthal, 2002).

Taiichi Ohno e Sakichi Toyoda criadores do TPS consideravam o JIT e Jidoka os pilares sobre os quais o TPS foi construído (Ohno, 1988).

2.5.12 Poka-Yoke

Poka-yoke ou traduzido de japonês para português como “À prova de erros”, é um método desenvolvido por Shigeo Shingo no início dos anos 60 com o propósito de prevenir erros e minimizar consequências negativas. De acordo com Shingo os defeitos ou erros são evitados se estes forem detetados por antecipação. O método Poka-yoke utiliza dispositivos automáticos ou outras formas para detetar os erros antes de estes ocorrerem. Os humanos, não intencionalmente, cometem erros devido a mente



ausente ou distração, ou ainda enganos devido à falta de conhecimento do processo ou procedimentos, assim como, atrasos no julgamento ou tomadas de decisão. Todas estas situações requerem a aplicação de Poka-yoke (Al-Araidah, et al., 2009).

Geralmente o método é aplicado com mais frequência a tarefas repetitivas, onde o potencial para erros humanos é maior. Um exemplo de Poka-yoke numa situação corriqueira é a exigência de retirar o cartão do multibanco antes de retirar o dinheiro, reduzindo deste modo a possibilidade de esquecimento do cartão (Van Scyoc, 2008).

2.5.13 Total Productive Maintenance

É uma metodologia com as suas origens no Japão, defende uma maior disponibilidade das máquinas através de uma melhor utilização dos recursos de manutenção e produção. Considerando a maioria das configurações de produção, o operador não é visto como um membro da equipa de manutenção. Em TPM (Total Productive Maintenance) o operador da máquina é treinado para executar muitas das tarefas do dia-a-dia de manutenção simples e na procura de avarias. As equipas criadas incluem um técnico especializado, muitas vezes um engenheiro ou um técnico de manutenção, assim como os operadores. Neste cenário os operadores são treinados e capacitados para entender a máquina e identificar potenciais problemas, corrigindo-os antes que estes afetem a produção e com isto diminuir o tempo de inatividade e reduzir os custos de produção (Nakajima, 1989).

Uma forma de definir TPM é “prevenção de deterioração” uma vez que, deterioração é algo que acontece naturalmente a qualquer coisa que não é “cuidada”. É uma abordagem pró-ativa, que visa essencialmente, identificar os problemas o mais rapidamente possível e estabelecer um plano para prevenir que essas ocorrências aconteçam. O mote é “zero erros, zero acidentes de trabalhos, zero perdas (Nakajima, 1989).

2.5.14 5S

A metodologia 5S, introduzida no Japão, é utilizada num local de trabalho com o propósito de o manter fundamentalmente organizado, promovendo a sua eficiência e eficácia pelo modo como as ferramentas estão identificadas e seleccionadas, mantendo



uma nova ordem no espaço.

O nome 5S contém o significado de cinco palavras japonesas:

- Seiri (eliminação)
- Seiton (arrumação)
- Seiso (limpeza)
- Seiketsu (normalização)
- Shitsuke (autodisciplina)

1S (Seiri – eliminação)

Através da correta eliminação dos materiais que não são necessários é possível escolher apenas os necessários para a realização das tarefas. Escolher elimina o desperdício (matérias primas e produto), não-conformidades e ferramentas danificadas. Mantem o local limpo e melhora o tempo de procura de objetos. Numa primeira fase devemos efetuar as chamadas questões de controlo: São coisas desnecessárias que estão a causar desorganização no local? As ferramentas são colocadas no chão? Todas as coisas necessárias estão separadas, classificadas, descritas e têm lugar próprio?

De modo geral respondendo às questões supracitadas é possível estimar o impacto das regras do 1º S (Michalska & Szewieczek, 2007).

2S (Seiton – arrumação)

O impacto visual do local de trabalho é extremamente importante, como tal, pintar o chão com linhas delimitadoras ajuda a identificar o lugar de cada objeto, assim como os locais de transporte, etiquetas e ajudas visuais permitem igualmente uma rápida identificação dos materiais.

Ao implementar o 2º S deve ser realizada uma segregação e os objetos usados devem ser divididos e arrumados segundo o seu uso, por ordem de importância:

- Ao alcance da mão;
- Acessível;
- Acesso Rápido.



As questões de controlo que devemos efetuar são: A posição, localização das passagens e locais de arrumação estão claramente marcadas? As ferramentas estão segregadas segundo a regularidade do seu uso? Existe algo a obstruir extintores e alarmes de incêndio? O chão tem fendas ou irregularidades que impeçam o movimento dos operadores?

Uma vez definidos lugares e métodos de arrumação, estes devem permanecer imutáveis (Michalska & Szewieczek, 2007).

3S (Seiso – limpeza)

Limpezas regulares permitem identificar e eliminar fontes de desordem e manter o local limpo. Durante a limpeza deve ser verificado o estado da máquina, local de trabalho e chão, limpeza das linhas, tubos ou fontes de luz, assim como legibilidade e compreensibilidade das informações entregues, etc. Indispensável é também a limpeza pessoal do operador.

As questões de controlo a efetuar são: Existem manchas de óleo, pó ou sujidade perto da máquina ou no chão? A máquina está limpa? As linhas estão limpas ou precisam de reposição? Os tubos ou canos estão entupidos com sujidade? As fontes de luz estão limpas?

O uso do 3º S depende da manutenção diária e de uma limpeza impecável do local de trabalho por parte dos operadores (Michalska & Szewieczek, 2007).

4S (Seiketsu – normalização)

Padrões elaborados e implementados sob a forma de instruções de trabalho permitem manter a ordem nos locais de trabalho. Os procedimentos standard devem ser simples de comunicar, claros e fáceis de entender. Com o objetivo de alcançar uma normalização, procedimentos standard devem obrigatoriamente ser encontrados em sítios visíveis (Michalska & Szewieczek, 2007).

5S (Shitsuke – autodisciplina)

A implementação 5S vai requerer por parte dos operadores uma autodisciplina constante conectada com uma obediência às regras. Isto leva a uma consciencialização do grupo, permitindo um decréscimo do número de não-conformidades no produto e



no processo, verificando-se melhorias nas comunicações internas e com isto melhorias nas relações pessoais.

Como ponto relevante é essencial executar inspeções de rotina, estas inspeções ficam registadas numa checklist ou ficha de auditoria que permitem atribuir uma classificação. Estes dados devem depois dar origem a gráficos de modo a facilmente se poder visualizar, por parte de todos, a evolução da implementação. Estas auditorias ou inspeções devem ser feitas num período regular definido e deve ser escolhido um grupo para cada inspeção, é a equipa de controlo (Michalska & Szewieczek, 2007).

O método 5S inicia sempre cada programa de melhoria é uma ferramenta que ajuda a analisar o funcionamento do processo (Michalska & Szewieczek, 2007).

A arte de introduzir a mudança é passar menos tempo a planear e mais tempo a concretizar. O uso de técnicas simples, acoplado a boa comunicação acerca do porquê da necessidade de mudar e sobre o que vai acontecer, tem um profundo efeito na implementação (Eaton & Carpenter, 2000).

Um fator chave da implementação 5S é o facto de revelar que a empresa está empenhada em demonstrar que as ações valem mais que palavras, noutros termos, 5S leva a discussão acerca de mudança dos gabinetes para o chão de fábrica. Muitos clientes, na atualidade, apenas encomendam após verem a fábrica, a partir deste ponto verificamos que o programa 5S assume uma importância crucial na colocação de encomendas (Eaton & Carpenter, 2000).

Hiroyuki Hirano, aponta outros benefícios sendo obviamente a redução de desperdícios um dos principais, acompanhado de melhoria na fluidez do processo pois os operadores não têm que perder tempo na procura de ferramentas e materiais. Outra melhoria referida por Hirano é uma melhor manutenção do local de trabalho. Os operadores são “donos” de um local e são responsáveis pela sua limpeza, arrumação e organização, esta responsabilidade pode realçar um problema antes de este provocar impacto na performance. Hirano refere também que os 5S têm impacto positivo nos níveis de Qualidade, Segurança e Higiene (Hirano, 1994).

A implementação de 5S deve ser iniciada com formação dos operadores sobre a amplitude da metodologia e as vantagens do seu uso. É importante que todos os



participantes entendam a necessidade de utilizar as regras 5S e que concordem com a mudança. Durante a formação é essencial empregar exemplos para explicar cada regra, de modo a todos entenderem os elementos 5S (Michalska & Szewieczek, 2007).

Em suma:

- **1º S:**
 - Objetos selecionados entre necessários e não necessários;
 - Objetos não necessários removidos;
 - Local de trabalho liberto de objetos alvo de perturbação;
- **2º S:**
 - Objetos arrumados de modo a permitir um rápido uso;
 - Todo o tempo para preparar o local de trabalho é diminuído;
- **3º S:**
 - Máquinas são mantidas limpas;
 - Condições de trabalho são limpas e seguras;
- **4º S:**
 - Todas as regras e instruções de trabalho são respeitadas (procedimentos, ordens);
- **5º S:**
 - Autocontrolo;
 - Cooperação da equipa na resolução de problemas;
 - Procedimentos de acordo com as decisões.

2.5.15 Single Minute Exchange of Die

O conceito surgiu em finais dos anos 50 e inícios dos anos 60 quando Shigeo Shingo exercia consultadoria para diversas empresas incluindo a Toyota onde se apercebeu da dificuldade para eliminar gargalos em prensas de moldagem de painéis de carroceria. Os gargalos eram formados devido a longos períodos de tempo de setup o que fazia subir o tamanho dos lotes de produção. O lote económico de produção é calculado através do rácio da produção atual e o tempo de troca de referência (tempo decorrido entre o último produto bom do ciclo anterior e o primeiro produto bom do ciclo seguinte) (Costa, et al., 2008). Se o tempo de setup ou de troca de referência demorar

muito então, a produção que se perde por a máquina não estar a produzir eleva o custo da produção em si. Outro fator adicional de dificuldade evidenciado por Shingo eram os preços imobiliários elevados no Japão tornando muito dispendioso armazenar veículos. O resultado é que o custo era mais elevado que outros produtores, porque tinham de fabricar veículos em lotes não económicos (Shingo, 1985).

A metodologia SMED é uma metodologia que permite identificar desperdícios e operações sem valor acrescentado inerentes aos processos de mudança de referência ou produto, sendo o caminho mais eficaz para melhorar os mesmos. Visa permitir a redução do lead time de produção, aumentar o mix de produtos a produzir, a redução dos lotes de produção (e consequentemente do stock de produto final) e redução do custo unitário dos produtos (Costa, et al., 2008).

Shigeo Shingo, reivindica nos seus estudos, entre 1975 e 1985, que, em média, o tempo de setup após aplicação de SMED foi melhor, em 2.5%, que o tempo alvo - uma melhoria de 40 vezes (Shingo, 1985).

O SMED pode ser aplicado a qualquer fábrica e qualquer máquina. O objetivo final e principal é conseguir tempos de setup inferiores a 10 minutos. O método já foi aplicado diversas vezes e foi provado que realmente funciona, em algumas situações, reduções de 90%, ou mais, são viáveis (Deros, et al., 2011).

A Figura 10 ilustra os elementos chave a considerar num setup.

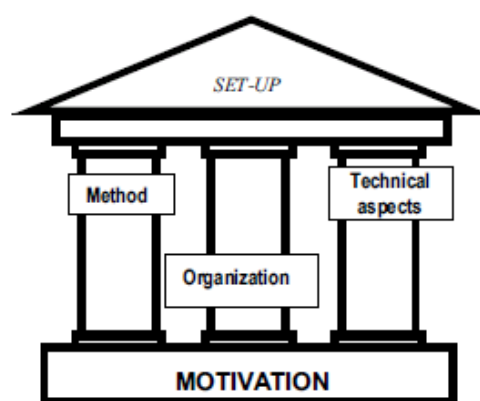


Figura 10 - Elementos chave de um setup (Van Goubergen & Van Landeghem, 2002)

De acordo com Shigeo Shingo a implementação do SMED deve ocorrer em 4 fases distintas:

Fase A: onde não se faz distinção entre operações internas e externas e consequentemente as máquinas ficam paradas por períodos muito longos de tempo. O objetivo principal na aplicação desta fase é estudar as condições do local de produção em detalhe através de uma análise da produção, entrevistas com trabalhadores e filmando operações.

Fase B: onde se procede à identificação e separação de operações internas em externas. Dominar esta fase é um ponto-chave para alcançar o sucesso numa implementação SMED.

Fase C: onde a empresa converte ao máximo as operações internas em externas. Nesta fase é importante reexaminar todas as operações de modo a avaliar se estas foram erradamente assumidas como internas e convertê-las em externas. Geralmente esta ação retira entre 30 a 50% do tempo de setup.

Fase D: racionalização de todos os aspetos da operação de setup. Esta fase procura a melhoria sistemática de cada operação, interna ou externa, desenvolvendo soluções para alcançar o cumprimento das tarefas de uma forma fácil, rápida e segura.

Na Figura 11 é possível observar esquematicamente as diferentes fases da metodologia SMED.

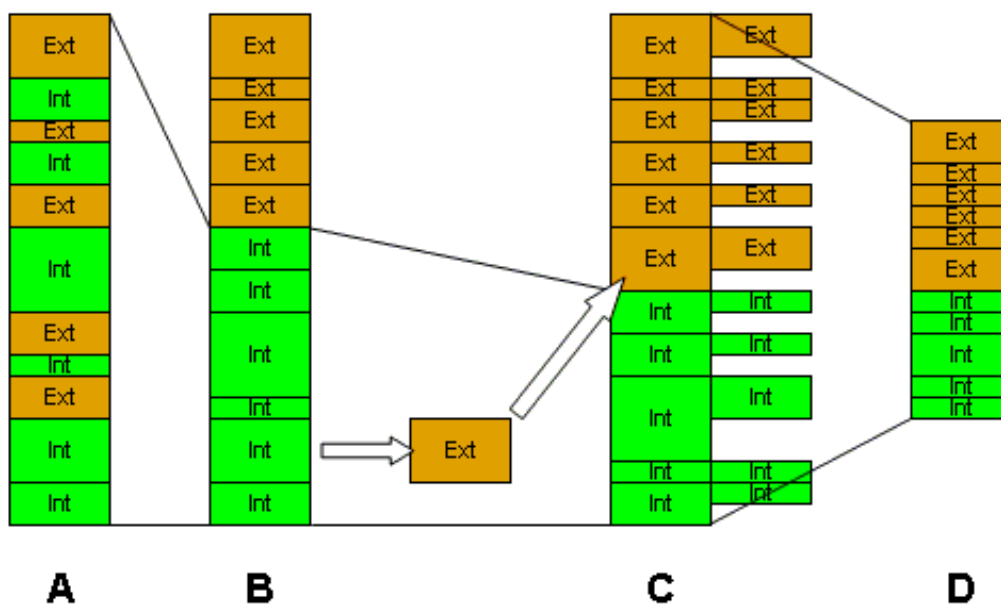


Figura 11 - Fases SMED (Shingo, 1985)



Segundo outros autores a metodologia recorre a seis tarefas diferenciadas para a redução dos tempos de setup (Lopes, et al., 2007).

- Identificar e separar as atividades internas (realizadas com a máquina parada) e as atividades externas (realizadas com a máquina em andamento) que fazem parte do processo de setup;
- Proceder à conversão das atividades internas em atividades externas sempre que tal seja possível de modo a diminuir o tempo de máquina parada;
- Efetuar a uniformização de processos e procedimentos de modo a eliminar ao máximo a necessidade de ajustes durante a mudança de referência;
- Formar e treinar as pessoas para retirar um melhor proveito das operações manuais e envolver as mesmas para desse modo extrair o melhor de cada uma através de ideias e sugestões (premiar e incentivar a criatividade e participação ativa). É exequível obter ganhos significativos sem grandes investimentos;
- Melhorar o equipamento e ferramentas disponíveis através de reconfigurações ou alterações;
- Criar um gráfico do resultado das melhorias e não esquecer de partilhar e felicitar com a equipa de trabalho.

Shigeo Shingo refere outro ponto não menos importante (Shingo, 1985).

- Voltar ao início do processo e repetir todo o procedimento de redução de tempos de setup continuamente.

Shigeo Shingo refere dois tipos de benefícios e resultados principais com a implementação SMED, os diretos e os indiretos (Shingo, 1985).

Diretos:

- Redução de tempos de setup;
- Redução do tempo despendido com ajustes finos;
- Redução de erros durante tempos de setup;
- Melhoria na qualidade do produto;
- Aumento da segurança.

Indiretos:

- Redução de inventário;
- Aumento da flexibilidade da produção;
- Racionalização de ferramentas.

De seguida serão expostas as sete ferramentas da qualidade.

2.5.16 Sete Ferramentas da Qualidade

As sete ferramentas da qualidade têm origem em diversos momentos temporais e foram criadas por intermédio de diversas personalidades. Os fundamentos e princípios Lean adotaram então estas ferramentas de modo a que o processo produtivo possa ser gerido de uma forma Lean sob o ponto de vista da qualidade (Kume, 1988).

Diagrama de Pareto

Trata-se de um diagrama que tem a sua origem na Lei de Pareto, instituída por Joseph M. Juran em honra do economista italiano Vilfredo Pareto, lei que afirma que, para muitos fenómenos, 80% das consequências advêm de 20% das causas, sendo também conhecido por diagrama ABC ou 80-20. É um gráfico de barras que ordena a frequência de ocorrências do maior para o menor, permitindo deste modo a priorização de problemas. Tem como função uma rápida visualização dos problemas mais importantes, possibilitando a concentração de esforços nos fatores mais urgentes.

A Figura 12 reflete um exemplo de uma aplicação do diagrama de Pareto.

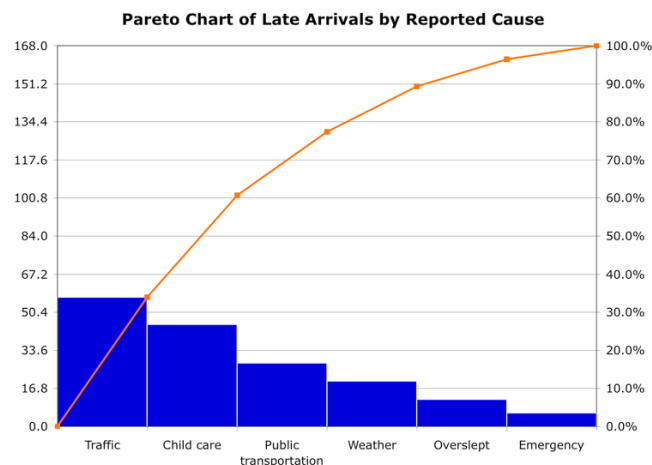


Figura 12 - Diagrama de Pareto (Wikipedia, 2012)

Diagrama de Ishikawa

É igualmente conhecido por diagrama de causa-efeito ou diagrama espinha de peixe devido ao aspeto da sua estrutura. Foi criado por Kaoru Ishikawa em 1943, na Universidade de Tóquio, sendo aperfeiçoado nos anos que se seguiram. Na sua estrutura constam as causas dos problemas, que podem ser classificados como sendo de seis tipos diferentes (método, matéria-prima, mão-de-obra, máquinas, medição e meio ambiente). O sistema estrutura hierarquicamente as causas potenciais de determinado problema, assim como as suas oportunidades de melhoria. Quanto mais informações sobre os problemas da empresa se disponibilizarem maiores são as hipóteses de os resolver. Ishikawa observou que, embora nem todas as dificuldades pudessem ser resolvidas deste modo, pelo menos 95% poderiam ser.

Na Figura 13 é perfeitamente possível observar que a estrutura do diagrama assemelha-se muito a uma espinha de peixe.

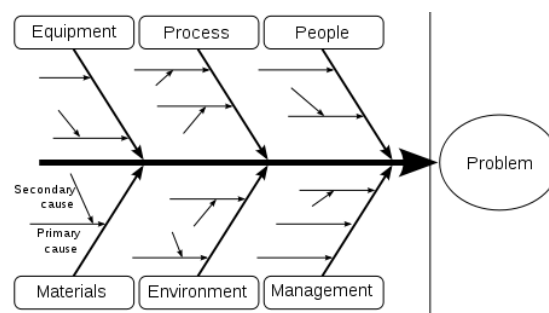


Figura 13 - Diagrama de Ishikawa (Ishikawa, 1976)

Folhas de Verificação

Têm como objetivo ajudar e facilitar a recolha de dados e a sua análise, permitem uma rápida perceção da informação e um rápido esclarecimento da situação, prevenindo deste modo os erros e ajudando a diminuí-los. O uso destas folhas permite igualmente economizar tempo eliminando o trabalho de escrever números repetitivos e desenhar figuras.

Gráficos de Dispersão

São representações de duas ou mais variáveis organizadas num gráfico uma em função da outra, é muito utilizado para correlacionar dados, permite que se efetue uma regressão linear e através da reta que dá origem encontra-se a função que nos dá o

comportamento da relação entre as duas variáveis. É um gráfico utilizado para estudar uma possível relação de causa e efeito não provando que uma variável afeta a outra, no entanto torna claro se a relação existe e em que intensidade. Permite aferir se o processo está ou não sobre controle.

Cartas de Controle

É um gráfico comumente utilizado para o acompanhamento do processo, determina uma linha superior (limite superior de controle), uma linha intermédia (Limite central) e uma linha inferior (limite inferior de controle), são depois extraídas do processo diversas amostras e executando uma distribuição normal obtêm-se um gráfico, as cartas podem ser por variáveis ou atributos. Permite aferir se o processo está ou não sobre controle.

Histograma

Deriva do termo “historical diagram” introduzido em 1895 por Karl Pearson, é uma representação gráfica de uma distribuição de frequências sob a forma de retângulos verticais em que, a base equivale ao intervalo de classes e a sua altura à frequência e permite uma análise rápida dos problemas.

A Figura 14 ilustra um exemplo de histograma.

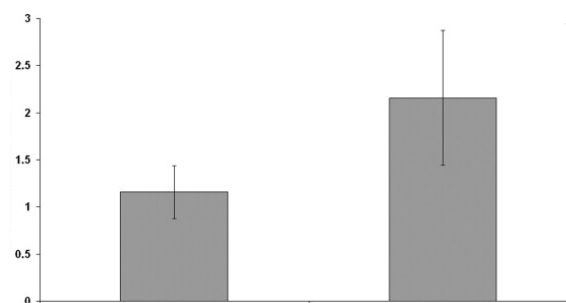


Figura 14 - Exemplo de histograma (Kume, 1988)

Fluxograma

Trata-se de um diagrama que pretende representar esquematicamente um processo, é geralmente efetuado com o recurso a figuras geométricas, sendo pois possível compreender de forma rápida e simples a transição de documentos ou informações entre os elementos que participam no processo em causa.



2.6 Análise Crítica

Relativamente a Lean Manufacturing os diversos autores consultados referem sempre aspetos positivos quanto à aplicação do paradigma Lean na forma das suas diversas ferramentas. A aplicação de Lean é crucial, não só internamente na organização mas também por toda a cadeia de valor, e é também importante que o fornecedor se envolva, assim como é necessário gerir e melhorar processos juntamente com o cliente (Bhasin, 2012). Melton (2005) também corrobora que a melhoria do processo através de toda a cadeia de abastecimento melhora a performance do negócio e acelera a velocidade da mesma. Outros autores apresentam uma relação estreita entre a aplicação de princípios JIT e o lucro que daí advém para a organização (Monden, 2002). Alguns autores, (Mesquita & Castro, 2008), (Pool, et al., 2010) e (Abdulmalek & Rajgopal, 2007) também apontam os benefícios da adoção de princípios Lean, enquanto outros, asseguram que Lean é muito mais que apenas uma técnica de produção (Duque & Cadavid, 2007).

A presença de Lean Manufacturing revela-se igualmente cada vez mais abrangente. Prova disso é a aposta na sua implementação em outros círculos que não a produção industrial, como é o caso dos serviços de saúde. Existem autores que descrevem a implementação do paradigma Lean, num serviço hospitalar de urgências, como um caso de sucesso registando-se um aumento do valor dos cuidados prestados aos pacientes, sendo igualmente um agente na mudança de mentalidades na prestação de cuidados de saúde (Dickson, et al., 2009).

Relativamente à metodologia 5S, alguns autores (Melton, 2005), (Eaton & Carpenter, 2000) e (Michalska & Szewieczek, 2007) comungam a certeza que a utilização desta ferramenta apenas oferece benefícios para a organização.

Quanto à metodologia SMED é importante frisar que a mesma se revelou eficaz em diversas indústrias onde foi aplicada, provando que com maior ou menor dificuldade esta ferramenta é útil na redução de tempos de setup em qualquer setor. A literatura aponta benefícios na indústria de moldes (Moreira & Pais, 2011), sistemas de encadernação (Lopes, et al., 2007), componentes plásticos e metálicos (Ribeiro, et al., 2011), autorrádios (Costa, et al., 2008), poliestireno (Ulutas, 2011), baterias



automóveis (Deros, et al., 2011) ou ainda jantes (Sivasankar, et al., 2011).

No entanto, a literatura aponta dois fatores que o autor considera importantes e que se podem traduzir como uma melhoria no entendimento e preparação da metodologia SMED.

O autor considera que sempre que possível não se deve apenas considerar a aplicação de SMED ao processo já existente mas também, ao processo de manutenção da máquina de modo a que se possa assegurar que todas as ferramentas e itens envolvidos num tempo de setup se encontram com a qualidade requerida. Alguns autores referem que existem muitas similaridades entre as tarefas num tempo de setup e as tarefas da manutenção, ambas implicam a substituição de componentes da máquina e as atividades de manutenção têm uma influência direta no tempo de setup, particularmente porque asseguram que componentes e consumíveis têm de se encontrar em boas condições (McIntosh, et al., 2001).

Outro fator considerado importante pelo autor é que, ao invés de se proceder a uma melhoria da situação *“a posteriori”* muitos problemas podem ser identificados e resolvidos na fase de design do equipamento, prevenindo deste modo dificuldades que poderiam advir do facto de não se considerar tempos de mudança de formato nesta fase. Como tal, alguns autores propõe uma lista de regras de design a seguir numa fase inicial de projeto do equipamento, estas regras geralmente têm em conta um ponto de vista de engenharia e técnico. Apontam que se as mesmas forem aplicadas na fase de design do equipamento muitos tempos de mudança de formato simplesmente não existiriam (Van Goubergen & Van Landeghem, 2002).



3. Descrição da Empresa

O próximo capítulo aborda a origem e o enquadramento da empresa assim como os seus produtos e processo produtivo.

3.1 Grupo TMG

A Têxtil Manuel Gonçalves nasceu em 1937, sob a designação de Fábrica de Fiação e Tecidos do Vale de Manuel Gonçalves, tendo-se transformado em Sociedade Anónima em 1965. É hoje um grupo industrial e financeiro, constituindo pelas seguintes empresas:

- Têxtil Manuel Gonçalves, S.A.
- TMG – Tecidos para Vestuário e Decoração, S.A.
- TMG – Acabamentos Têxteis, S.A.
- TMG – Tecidos Plastificados e Outros Revestimentos para a Indústria Automóvel, S.A.
- SPE – Sociedade de Produção de Eletricidade e Calor, S.A. (Unidade de Cogeração)
- GPSA – Têxteis, S.A. (Confeção)
- Têxtil Manuel Gonçalves, SGPS, S.A. – Gestão de Participações
- Têxtil Manuel Gonçalves – Manutenção, S.A.
- Lightning Bolt Europe, S.A. (Distribuição)

O grupo TMG, como é designado este grupo de empresas, ocupa uma área total de 482.000m² sendo 220.000m² de área coberta. Os seus escritórios centrais estão localizados no Norte de Portugal, a cerca de 30Km do Porto, tendo as suas empresas instaladas nos concelhos de Vila Nova de Famalicão, Guimarães e Ponte de Lima.

A sua moderna e sofisticada estrutura está apta a satisfazer as mais exigentes necessidades dos clientes.

Como empresa vertical consome internamente parte da sua produção, sendo o restante vendido no mercado interno e externo (TMG, 2008).

3.2 TMG Automotive

A TMG Automotive teve origem na Divisão de Tecidos Plastificados criada em 1952 na Têxtil Manuel Gonçalves, S.A.

A Empresa adotou o estatuto jurídico da Sociedade Anónima, com o nome TMG – Tecidos Plastificados e Outros Revestimentos para a Indústria Automóvel, S.A., em 1 de Abril de 1997. A sua sede localiza-se na Rua Comendador Manuel Gonçalves, nº25, freguesia de São Cosme do Vale, concelho de Vila Nova de Famalicão e as suas instalações fabris no Largo Comendador Manuel Gonçalves, s/nº, Campelos, freguesia de Ponte, concelho de Guimarães.

Tem como principal atividade a conceção e produção de folhas compactadas ou expandidas de PVC (Cloreto de Polivinilo), PUR (Poliuretano) e TPE (Elastómero Termoplástico), o revestimento de têxteis bem como a confeção de materiais têxteis e/ou plastificados para a Indústria Automóvel e outras Indústrias Especializadas.

A presença da TMG Automotive no mercado automóvel, suportada pela inovação, evolução tecnológica e crescimento sustentado, realça a Filosofia do seu Fundador – “Tecnologia e Qualidade são inseparáveis” e contribuiu em muito para o aumento da notoriedade da TMG Automotive que é vista hoje como o 2º fornecedor europeu deste tipo de produtos, tendo como clientes marcas como BMW, Mercedes-Benz, Toyota, Volvo, Kia, entre outros. A empresa é capaz de apresentar soluções globais de materiais para interiores de automóveis.

O patente crescimento económico e organizacional está suportado numa estratégia de desenvolvimento sustentável, comum a todo o Grupo TMG, levando à seleção das melhores tecnologias disponíveis, à contratação de recursos humanos mais qualificados e à modernização das instalações, integrando sempre os aspetos ambientais e de segurança laboral nos projetos de investimento (TMG, 2010).

Atualmente a empresa tem as certificações: NP EN ISO 9001:2008 (Qualidade), NP EN ISO 14001:2004 (Ambiente), NP 4457:2007 (Investigação, Desenvolvimento e Inovação) e ISO TS 16949:2002 (Qualidade, específica da indústria automóvel).

A Figura 15 ilustra a localização da empresa numa imagem de satélite, sendo possível

verificar que a mesma é privilegiada, situando-se perto de uma autoestrada, que dista 50 km do aeroporto Francisco Sá Carneiro e do porto de Leixões.



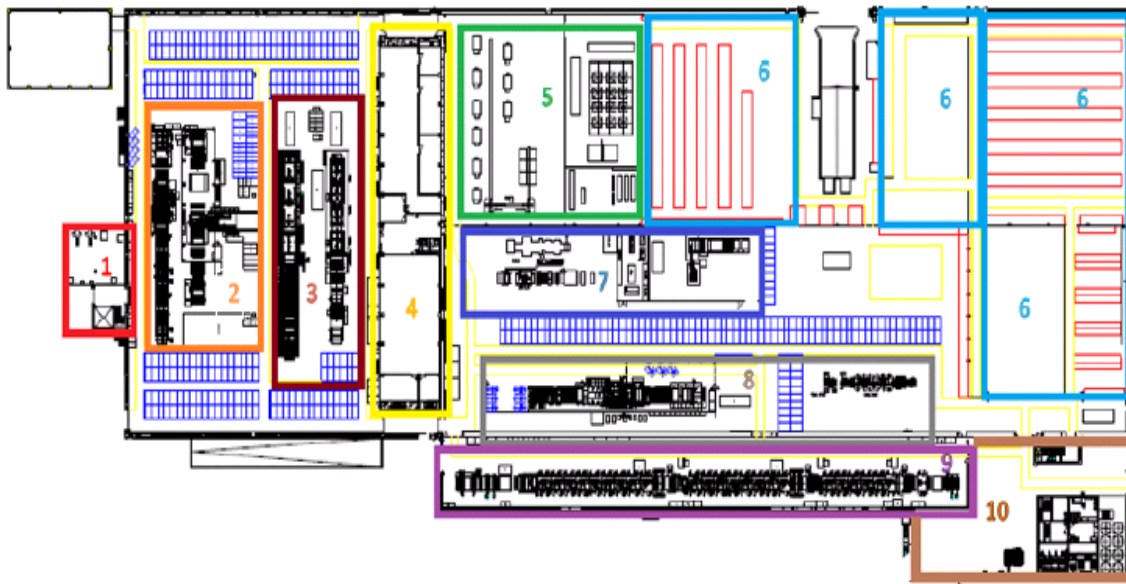
Figura 15 -Localização da TMG Automotive

3.3 Descrição Geral do Processo Produtivo

Como referido anteriormente a TMG Automotive tem como atividade principal o revestimento de tecidos e o fabrico de folhas em materiais plastificados com tecnologias de recobrimento e de extrusão. Estes produtos usam como matérias-primas base o PVC, PUR, e TPE. Também se dedica à confeção de componentes para interiores de automóveis com base nos tecidos plastificados.

Estes artigos são utilizados principalmente na indústria de componentes automóveis, trabalhando a empresa atualmente com a maioria das linhas de montagem europeias (TMG, 2008).

A Figura 16 ilustra o layout da empresa.

**LEGENDA:**

- 1 – Cozinha de Lacas (Processo Lacagem)
- 2 – Extrusora B e Gravar C (Processo Extrusão e Gravação)
- 3 – Lacar D e Lacar E (Processo Lacagem)
- 4 – Escritórios
- 5 – Medição/Revista e Confeção
- 6 – Armazéns de Matéria-Prima
- 7 – Lacar B, Gravar B e Extrusora A (Processo Lacagem, Gravação e Extrusão)
- 8 – Gravar D e Máquina Piloto (Processo Gravação e Máquina de Testes)
- 9 – Tripla B (Processo Recobrimento)
- 10 – Cozinha de Pastas (Processo Recobrimento)

Figura 16 - Layout TMG Automotive

Na Figura 17 é apresentado o fluxograma com os passos necessários para a produção de folhas em materiais plastificados, assim numa fase posterior é efetuada uma descrição sucinta de cada passo do processo produtivo.

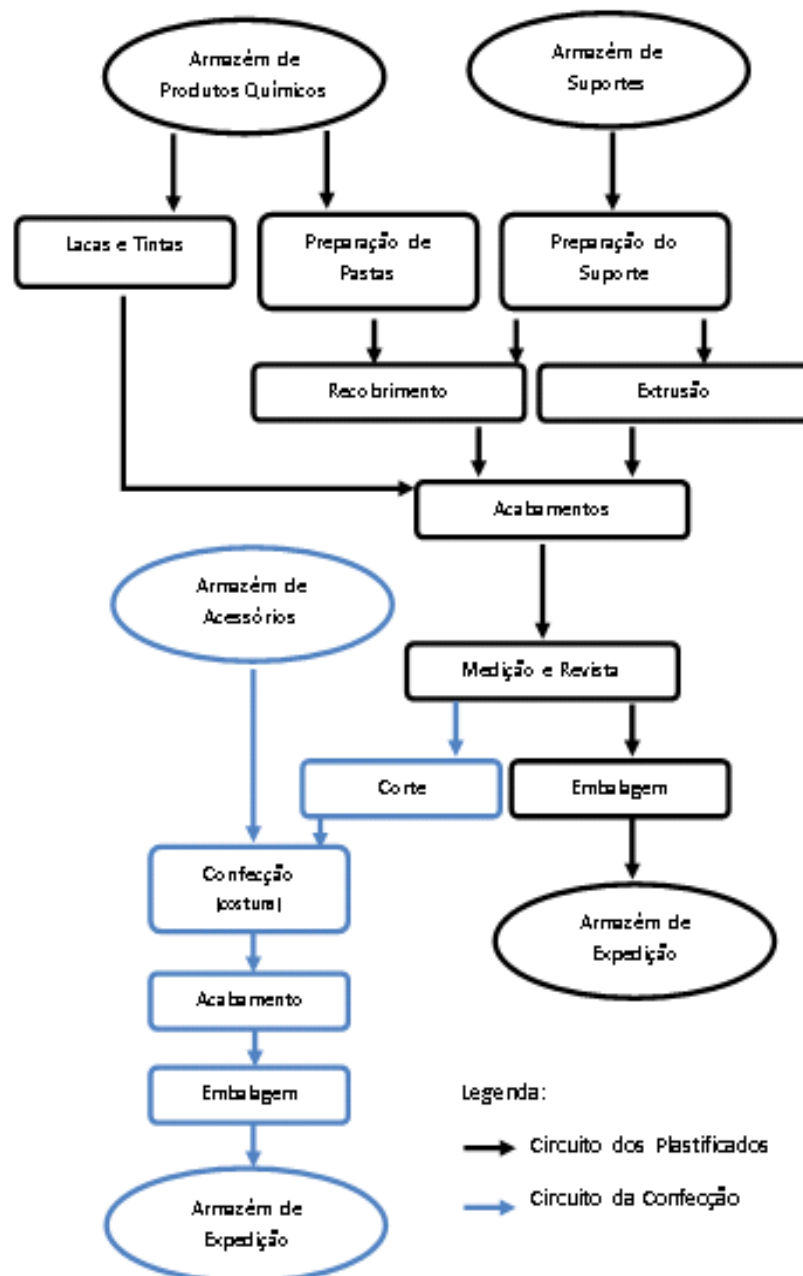


Figura 17 - Processo produtivo TMG Automotive (TMG, 2008)

Armazém de Suportes

Armazenamento dos suportes utilizados na produção dos artigos plastificados, essencialmente esses suportes são artigos têxteis, mas também espumas, que irão servir de base de reforço do material plástico. Abastecem tanto a extrusão como o revestimento.



Armazém de Produtos Químicos

Armazenamento de produtos químicos que irão ser utilizados no processo de fabrico de pastas que depois serão recobertas, assim como são armazenados produtos químicos que serão usados na produção de lacas e tintas na cozinha de lacas e que irão posteriormente abastecer as máquinas de lacagem.

Armazém de Acessórios

Armazenamento dos acessórios a incorporar nas peças em confeção, nomeadamente peças plásticas, linhas, agrafos, que servem de suporte a todos os materiais confeccionados.

Preparação do Suporte

Esta operação consiste na preparação do suporte têxtil para que seja utilizado na produção. Esta preparação pode ser pura e simplesmente o enrolamento em suporte capaz de ser utilizado ou a submissão do suporte têxtil a outro tipo de tratamento como por exemplo: vaporização, calandragem ou secagem, para que este se encontre nas condições ideais quando for altura de suportar a folha plastificada.

Preparação das Pastas

Operação que consiste na adição e mistura de vários produtos químicos, de acordo com uma especificação técnica, de forma a ser produzida uma pasta que irá dar origem ao substrato plastificado, que posteriormente será consumida na máquina de recobrimento.

Recobrimento

Operação que consiste na deposição de pastas sobre um papel especial de transporte, camada sobre camada, transformando-se pastas em filmes plásticos por ação de altas temperaturas (180°C – 220°C) na passagem pelas estufas entre cada cabeça de aplicação, o resultado final pode ser um filme plástico compacto, ou seja, apenas constituído por plástico, ou pode ser uma camada plástica sobre um suporte de papel.

Extrusão

Operação que consiste em aquecer polímeros até um estado de fluidez (fusão), sendo



depois solidificados sob a forma de filme na calandra. Como resultado final obtêm-se uma camada compacta do filme de polímeros, ou um filme de polímeros suportados por uma espuma.

Acabamentos

Operação de lacagem e gravação efetuadas sobre o artigo para lhe conferir o efeito estético pretendido. No processo de lacagem são introduzidas até um máximo de quatro camadas de laca ou tinta para alterar o efeito visual e de tato do artigo. No processo de gravação o artigo é aquecido e passa por um cilindro com um gravado específico que transmite o desenho pretendido pelo cliente.

Medição e Revista

Operação que consiste na inspeção visual da superfície do artigo, sendo corrigidas ou eliminadas parcelas de artigo não conforme de acordo com especificações, assim como é realizada sobre o artigo a operação de medição. Após esta operação o artigo, caso não seja confeccionado, fica pronto para enviar para o cliente

Corte

Operação que consiste no corte do artigo que vai ser usado na confeção.

Confeção

Operação de junção das várias peças que compõem a peça confeccionada através do processo de aplicação de costuras.

Acabamento (confeção)

Operação que consiste na inspeção, eliminação de pontas de linhas e limpeza dos artigos confeccionados.

Embalagem

Operação de embalagem do produto de acordo com a ficha técnica aplicável.

Armazém de Expedição

O armazém de expedição armazena o produto acabado, proveniente da embalagem, procedendo depois ao seu envio para o cliente.

4. Análise e Diagnóstico da Secção de Lacagem

De seguida será descrito o processo produtivo da secção de lacagem, visto ser este o processo onde foi realizado o estudo. Este processo envolve a cozinha de lacas, local onde se fabricam as lacas que abastecem as máquinas de lacagem e ainda três máquinas de lacagem, uma com duas cabeças de lacagem e largura mais estreita, já com algumas dezenas de anos, e duas com quatro cabeças de lacagem e largura de 230 cm. Estas duas máquinas são bastante semelhantes e atualmente absorvem praticamente toda a produção, sendo que uma foi instalada durante a realização do presente trabalho. As medidas expostas neste trabalho podem ser aplicadas a ambas as máquinas de quatro cabeças de lacagem (Anexo F).

4.1 Descrição das Fases do Processo

A Figura 18 exemplifica o conjunto de operações que se efetuam no processo de lacagem, no seguimento as operações são sucintamente descritas.

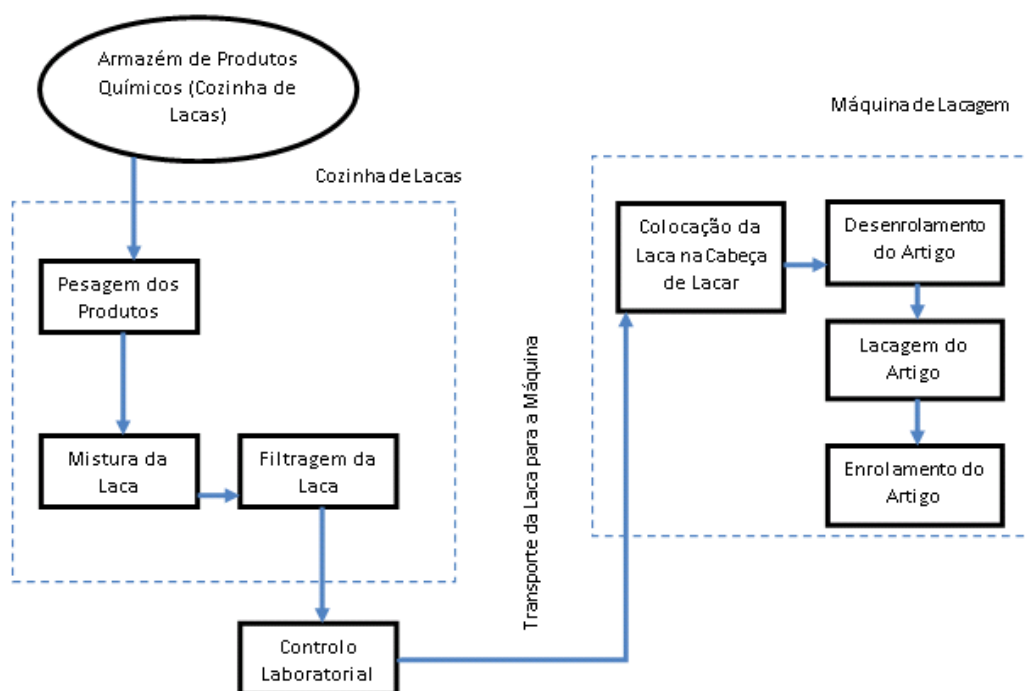


Figura 18 - Processo produtivo lacagem

Armazém de Produtos Químicos (Cozinha de Lacas)

Armazém destinado à colocação de matérias-primas que estão na base do fabrico de lacas e tintas, estas matérias-primas estão acondicionadas no 2º piso da cozinha de

lacas e são transportados por meio de um elevador para o 1º piso.

A Figura 19 ilustra uma fotografia do local onde são armazenados os produtos químicos necessários no fabrico de lacas e tintas.



Figura 19 - Armazém de produtos químicos (cozinha de lacas)

Pesagem dos Produtos

Operação que consiste na introdução de produtos químicos, definidos para cada laca por uma receita previamente definida, numa cuba que se encontra em cima de uma balança de modo a que o operador introduza a quantidade certa de cada produto.

A Figura 20 confere um exemplo em que um operador está a adicionar um produto a outro e vai controlando a quantidade no mostrador da balança localizado no seu lado direito.



Figura 20 - Pesagem dos produtos

Mistura da Laca

Operação efetuada por um misturador. A cuba é colocada por debaixo do misturador, que com um veio e uma hélice mistura a laca a uma velocidade definida para cada processo de fabrico.

Na Figura 21 é possível ver um misturador a executar a operação de mistura, no painel do lado direito são introduzidos os parâmetros como velocidade e tempo de mistura.



Figura 21 -Mistura da laca

Filtragem da Laca

Operação efetuada por uma unidade filtrante. Esta operação consiste na passagem, por meio de uma bomba de sucção, da laca que se encontra numa cuba para outra, através de um filtro que retém a sujidade que se possa ter formado.

Na Figura 22 é possível ver uma fotografia de uma unidade filtrante.



Figura 22 -Filtragem da laca

Controlo Laboratorial

Pouco tempo antes de a laca ser enviada para a máquina esta deve ser controlada em laboratório de modo a garantir que os diversos parâmetros da sua ficha técnica se encontram dentro do especificado. Caso os parâmetros estejam em conformidade a laca recebe uma etiqueta verde, indicativa que pode ser consumida na produção, caso estejam fora do especificado recebe uma etiqueta vermelha e não pode ser consumida na produção.

Transporte da Laca para a Máquina

Operação onde o operador da cozinha de lacas transporta a laca com etiqueta verde para a máquina e a coloca junto da respetiva cabeça de lacagem. O operador deve introduzir a laca no sistema informático, indicando qual a laca, o lote e o peso, antes de a enviar fisicamente para a máquina.

Colocação da Laca na Cabeça de Lacagem

Operação da responsabilidade do operador da máquina de lacagem. Este deve bombear a laca, que foi depositada pelo operador da cozinha de lacas perto da cabeça de lacagem, para uma cuba pequena. A laca deve de seguida passar para um balseiro de modo a entrar em contacto com o cilindro de lacagem, cilindro este que é o responsável pela transferência da laca para o artigo quando os dois entram em contacto.

A Figura 23 ilustra a cuba pequena onde a laca deve ser depositada depois de vir da cozinha de lacas.

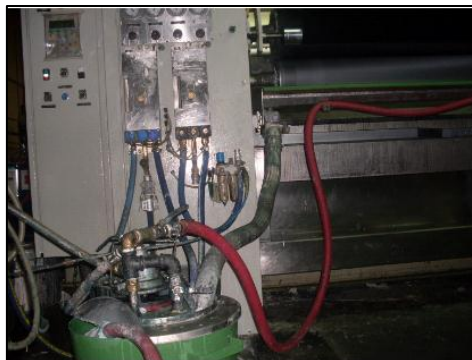


Figura 23 - Colocação da laca na cabeça de lacagem

Desenrolamento do Artigo

Operação que se inicia-se com o arranque de máquina. Inicialmente está colocado na máquina um pano de enfiamento. Na zona de desenrolamento é colocado um cavalete com o artigo para laca que é cosido com uma máquina de costura na designada zona de emendas. A zona de emendas permite trocar de cavalete sempre que um termine, pois a máquina está equipada com dois acumuladores, que como o nome indica, acumulam artigo de modo a que esta não pare, os acumuladores estão no desenrolamento e enrolamento do artigo.

A Figura 24 representa uma fotografia de um artigo a desenrolar no cavalete após o arranque da máquina, o artigo desenrola devido á ação do rolo de puxo.



Figura 24 -Desenrolamento do artigo

Lacagem de Artigo

Operação crucial. Consiste na passagem do artigo pela cabeça de lacagem.

Na passagem pela cabeça de lacagem, o artigo entra em contacto com o cilindro de lacagem onde a laca é transferida por intermédio de células/alvéolos que estão gravados no próprio cilindro. A máquina está equipada com 4 cabeças de lacagem, após a passagem pela cabeça o artigo entra numa estufa de modo a secar a aplicação da laca. Existem 4 estufas quentes e uma estufa-fria antes do artigo chegar à zona de enrolamento. São as combinações de aperto de cabeça de lacagem, temperatura de estufa, tensões nos rolos da máquina, entre outros, que constituem os parâmetros da máquina e permitem realizar um processo de fabrico para cada artigo.

Na Figura 25 é possível observar uma fotografia frontal de uma cabeça de lacagem no

momento em que esta laca um determinado artigo.



Figura 25 - Lacagem do artigo

Enrolamento de Artigo

Operação final que consiste na chegada do artigo ao cavalete onde enrola de modo a seguir para o processo seguinte. Esta operação permite a mudança de cavaletes sem que a máquina pare pois tem um acumulador que o possibilita.

Na Figura 26 é possível observar o artigo a ser enrolado na zona de enrolamento, assim como o rolo de superior de suporte que evita que o artigo desalinhe ou enrugue.

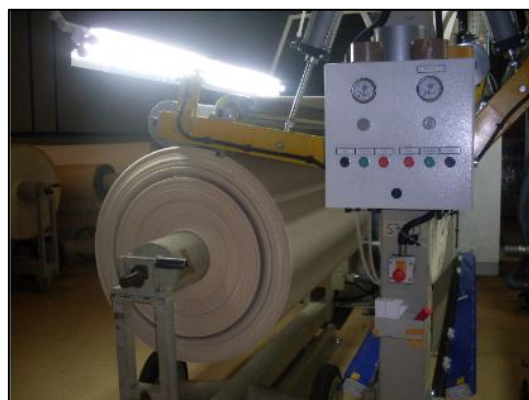


Figura 26 - Enrolamento do artigo

4.2 Diagnóstico

É importante referir que a troca de referência nas máquinas de lacagem incide quase exclusivamente num processo de limpeza. Este passa pela retirada da sujidade provocada pela laca ou tinta anterior de modo a que quando entrar a nova laca ou tinta esta não seja contaminada pela anterior. Associado a isto ainda pode ser trocado

o cilindro de lacagem e inserida a laca, pode avançar uma ou duas cabeças da posição de avesso (parte trás do artigo) para direito (parte da frente do artigo) ou vice-versa e ainda pode ser mudado o circuito (troca de cuba, bomba, mangueira e balseiro) caso a lacagem passe de laca base PUR para base aquosa. Sendo que as máquinas têm quatro cabeças e estas operações ocorrem isoladamente em cada uma as combinações de troca de referência são imensas. Numa troca acontece sempre a limpeza e carregamento de laca e/ou cilindro, sendo que mudança de circuito e avanço de cabeça pode ou não ocorrer dependendo da situação.

4.2.1 Grupos de Operações de Setup

As próximas tabelas exemplificam os quatro grupos de operações que podem ocorrer num tempo de setup.

A Tabela 1 ilustra as diferentes operações do grupo de operações de limpeza.

Tabela 1-Grupo de operações de limpeza

Grupo Limpeza
Limpeza de 1 cabeça
Limpeza de 2 cabeças
Limpeza de 3 cabeças
Limpeza de 4 cabeças

A Tabela 2 agrupa as diferentes operações do grupo de operações de mudança de circuito.

Tabela 2 -Grupo de operações mudança de circuito

Grupo Mudança de Circuito
Mudança de laca PUR para aquosa 1 cabeça
Mudança de Laca PUR para Aquosa 2 Cabeças
Mudança de Laca PUR para Aquosa 3 Cabeças
Mudança de Laca PUR para Aquosa 4 Cabeças
Mudança de Laca Aquosa para PUR 1 Cabeça
Mudança de Laca Aquosa para PUR 2 Cabeças
Mudança de Laca Aquosa para PUR 3 Cabeças
Mudança de Laca Aquosa para PUR 4 Cabeças

A próxima tabela, Tabela 3, ilustra todas as operações possíveis referentes ao grupo de operações de carregamento de cilindros e lacas.

Tabela 3 -Grupo de operações carregamento de cilindros e lacas

Grupo Carregamento de Cilindros e Lacas	
Carrega 0 cilindros e 1 laca	Carrega 2 cilindros e 3 lacas
Carrega 0 cilindros e 2 lacas	Carrega 2 cilindros e 4 lacas
Carrega 0 cilindros e 3 lacas	Carrega 3 cilindros e 0 lacas
Carrega 0 cilindros e 4 lacas	Carrega 3 cilindros e 1 laca
Carrega 1 cilindro e 0 lacas	Carrega 3 cilindros e 2 lacas
Carrega 1 cilindro e 1 laca	Carrega 3 cilindros e 3 lacas
Carrega 1 cilindro e 2 lacas	Carrega 3 cilindros e 4 lacas
Carrega 1 cilindro e 3 lacas	Carrega 4 cilindros e 0 lacas
Carrega 1 cilindro e 4 lacas	Carrega 4 cilindros e 1 laca
Carrega 2 cilindros e 0 lacas	Carrega 4 cilindros e 2 lacas
Carrega 2 cilindros e 1 laca	Carrega 4 cilindros e 3 lacas
Carrega 2 cilindros e 2 lacas	Carrega 4 cilindros e 4 lacas

A Tabela 4 apresenta as duas operações que constituem o grupo de operações de mudança de cabeça móvel.

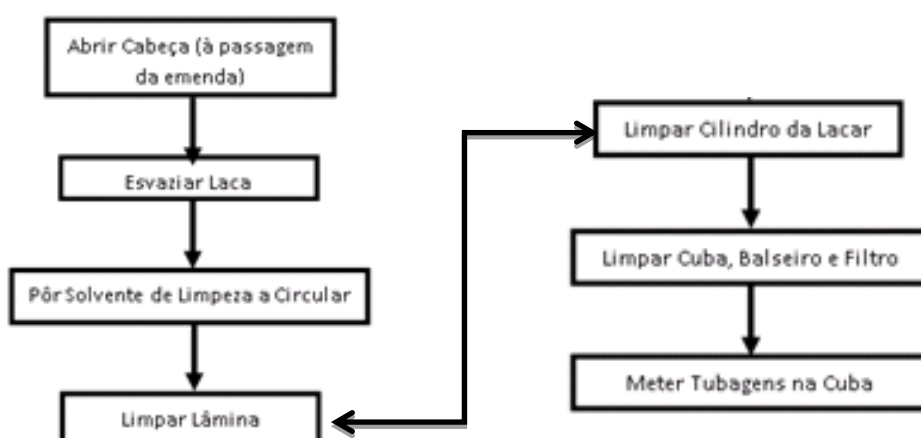
Tabela 4 -Grupo de operações mudança de cabeça móvel

Grupo Mudança de Cabeça Móvel
Mudança de 1 cabeça
Mudança de 2 cabeças

As operações de setup vão ser descritas isoladamente. Sendo que, a mesma se pode repetir por quatro cabeças num tempo de setup, excetuando a cabeça móvel que só é possível de ser efetuada em duas cabeças.

4.2.2 Processo de Limpeza de 1 Cabeça de Lacagem

A Figura 27 mostra os passos necessários na limpeza de uma cabeça de lacagem.

**Figura 27 - Processo de limpeza da cabeça de lacagem**

4.2.3 Processo de Mudança de Circuito em 1 Cabeça

A Figura 28 mostra os passos necessários na mudança de circuito em uma cabeça de lacagem.



Figura 28 - Processo de mudança de circuito em 1 cabeça

4.2.4 Processo de Carregamento de Cilindro e/ou Laca em 1 Cabeça

A Figura 29 mostra os passos necessários para carregamento de cilindro e/ou laca em uma cabeça de lacagem.

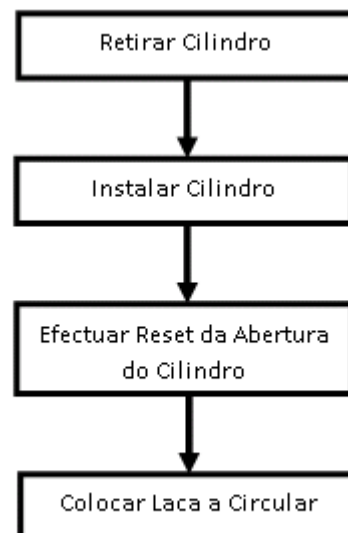


Figura 29 - Carregamento de cilindro e/ou laca em 1 cabeça

4.2.5 Processo de Mudança de Cabeça Móvel

A Figura 30 mostra os passos necessários para efetuar a mudança de cabeça móvel em uma cabeça de lacagem.

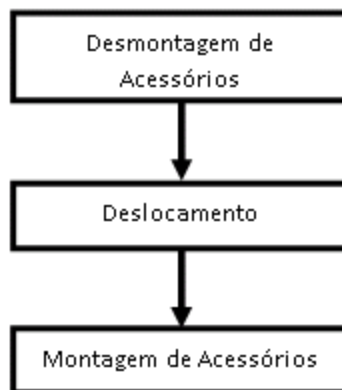


Figura 30 - Processo de mudança de cabeça móvel

A Figura 31 apresenta os valores retirados do programa informático da empresa relativamente aos tempos médios de setup registados mensalmente ao longo de todo o ano 2011. A média destes tempos é o valor de referência segundo o qual as medidas propostas se irão focar com o intuito de o diminuir, e consequentemente reduzir o tempo de setup.

A média inicial situa-se em 72 minutos de tempo de setup.

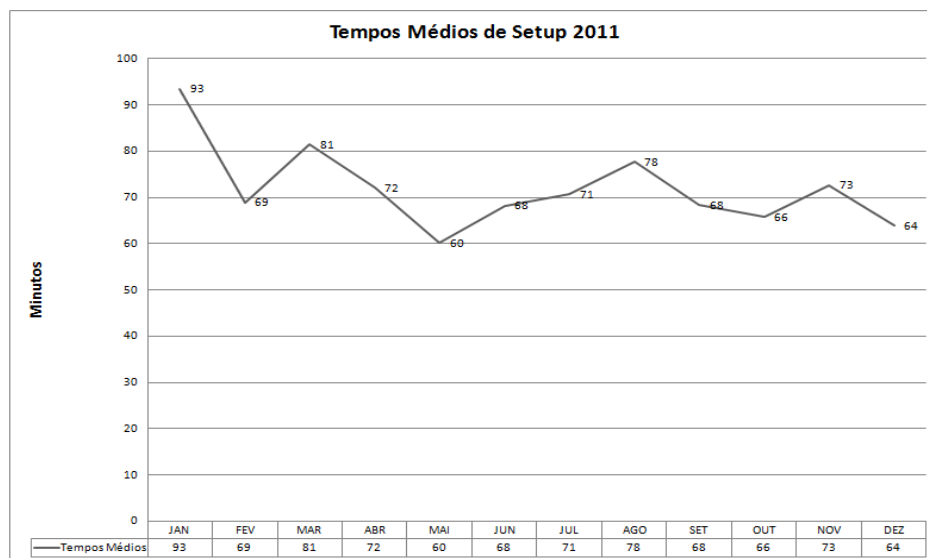


Figura 31 - Tempo médio por mês de troca de referência em 2011

Na Figura 32 são apresentados os tempos registados em 2011 para limpeza de 1 cabeça de lacagem, troca de 1 cilindro, mudança de circuito e preenchimento de folha de arranque, ou seja tudo o que pode ocorrer numa cabeça de lacagem. Os valores que são apresentados são a média de cada operação. O valor de troca de referência

contempla a média de todas as possibilidades (sendo que como foi referido anteriormente, existe uma variedade enorme numa troca de referência pois a máquina tem quatro cabeças) que ocorreram em 2011 num tempo de troca de referência e reflete o valor real médio de tempo despendido entre o final da lacagem do último artigo bom até ao início da lacagem do primeiro artigo bom subsequente.

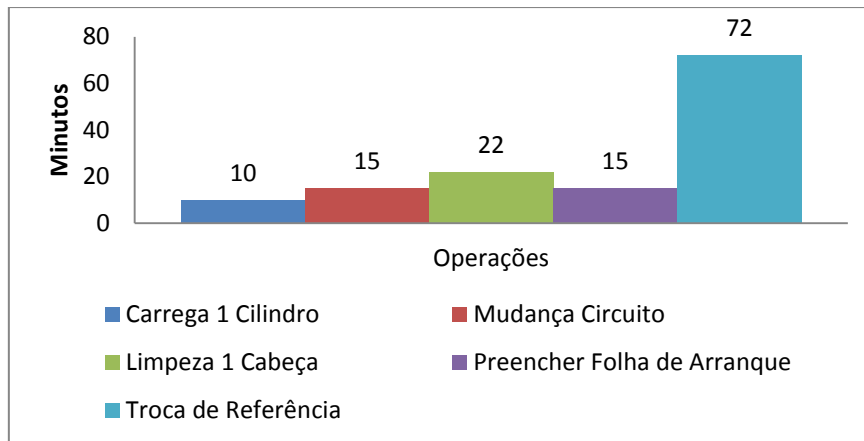


Figura 32 - Tempo médio de 4 operações

4.3 Síntese de Problemas

De seguida vão ser expostos alguns problemas evidenciados na análise do processo de lacagem e que vão servir de base para a formulação de propostas de melhoria.

4.3.1 Setups Efetuados de Forma Incorreta e Não Otimizada

Relativamente aos setups foi possível identificar que os operadores executam diversas operações não otimizadas. É ainda possível referir como um problema a própria limpeza sendo que esta consome quantidades elevadas de solvente.

Analisando o setup, é possível identificar algumas causas responsáveis pelo elevado tempo despendido num momento de setup:

- Existência de tarefas internas, possíveis de se efetuar externamente;
- Tarefas efetivamente internas não otimizadas;

Observando *in loco* um tempo de setup também é possível apontar algumas causas, tais como:

- Falta de uniformização nos procedimentos por parte dos operadores;
- Dificuldade na limpeza de restos de laca/tinta, sendo necessário utilizar



grandes quantidades de solvente e ferramentas raspadoras como espátulas;

- Maior dificuldade em limpar algumas lacas/tintas relativamente a outras;
- Elevado número de movimentações na procura de ferramentas;
- Desorganização das ferramentas em redor da máquina.

A limpeza de resíduos de lacas/tintas é uma operação com um grau de dificuldade elevado, pois além de ser necessário o uso de solventes, que quando inalados podem prejudicar a saúde, também existe um obstáculo no desprendimento dos resíduos das ferramentas, mais especificamente do balseiro e da cuba, sendo imprescindível raspar com espátulas.

4.3.2 Desorganização do Posto de Trabalho

Relativamente a este ponto foi identificada uma desorganização generalizada no processo, com uma incidência superior na fase inicial, ou seja, na cozinha de lacas, local onde se observavam produtos sem local definido e mesmo os produtos com local definido eram colocados noutros locais. Imperando um estado de desalinho.

A cozinha é constituída por 3 pisos:

- 1º piso é o local onde se fabricam as lacas;
- 2º piso é o local onde se armazenam as matérias-primas;
- 3º piso é o local onde se armazenam as matérias semi-fabricadas ou lacas que retornam como sobras de máquina e permanecem armazenadas até serem novamente utilizadas.

Num primeiro contacto e apesar da distribuição na cozinha já estar efetivamente definida como é referido em cima, observava-se que tal não era cumprido, ou seja:

- Existiam na zona de produção (1º piso) bidões e cubas de matéria – prima e semi-fabricados;
- No 2º piso encontravam-se semi-fabricados e matérias-primas misturados;
- A cozinha não tinha um local definido para cada objeto;
- Presença de muitos objetos que não eram necessários, assim como produtos fora do prazo de validade;
- Não existiam corredores e alguns locais eram de difícil acesso.



5. Ações de Melhoria

O próximo capítulo aborda as diferentes ações de melhoria propostas relacionadas com a redução de tempos de setup e organização da cozinha de lacas e enquadra as medidas nas ferramentas SMED e 5S respetivamente.

5.1 Redução dos Tempos de Setup

O presente estudo pretende reduzir os tempos de setup da máquina de lacagem, no entanto, como já foi referido anteriormente numa paragem a variedade de ações que são necessárias tomar são imensas e executam-se em 4 cabeças de lacagem diferentes, dependendo do artigo que sai e do que entra. Como tal as ações projetadas incidem numa robustez que possa diminuir o tempo de paragem de um modo uniforme por toda a máquina, ou seja, numa paragem cada operador da máquina (existem 3 operadores disponíveis) dirige-se para cada cabeça e executa as mesmas tarefas. No sentido de fazer face ao problema dos setups muito longos, foi elaborada uma proposta de implementação da metodologia SMED.

5.2 Aplicação das Fases da Metodologia SMED

De seguida vão ser descritas as fases da metodologia SMED e as ações de melhoria propostas.

5.2.1 Fase A – Setup Interno e Externo Não Diferenciados

A fase inicial da metodologia SMED consistiu na observação do processo de lacagem e das condições do local de produção em detalhe, de modo a poder reunir dados suficientes. Foi efetuado bastante diálogo com os operadores de modo a entender o que necessitam de realizar num tempo de setup. Iniciou-se uma familiarização com as operações de limpeza de cabeça, carregamento de cilindros e lacas, mudança de circuitos e todas as ferramentas necessárias para limpeza como os solventes, panos e espátulas.

5.2.2 Fase B – Separação de Setup Interno e Externo

A segunda fase consistiu na identificação e separação de operações internas e externas. Para que fosse possível um reconhecimento das operações internas que

necessariamente pudessem ser realizadas de modo externo, para que numa fase posterior fossem convertidas. Esta fase foi analisada criteriosamente de modo a alcançar o sucesso da implementação SMED.

Nesta fase surgiu o seguinte modo operativo com as operações internas e externas identificadas e separadas. A este modo operativo foi dado o nome de “situação atual”.

A próxima tabela, Tabela 5, ilustra o modo operativo de troca de referência em uma cabeça de lacagem na fase B da metodologia.

Tabela 5 -Modo operativo “situação atual”

Modo Operatório de Troca de Referência “Situação Actual”	
Máquinas: Lacar D e Lacar E	
Operação: Limpeza de Cabeça+ Troca de Cilindro+ Mudança de Circuito	
Nº	Tarefa
Tarefas Externas	
1	Colocar nova laca perto da Cabeça
2	Abrir Cabeça de Lacar na Passagem da Emenda
Tarefas Internas	
3	Buscar Panos de Limpeza
4	Esvaziar Laca
5	Pôr Solvente de Limpeza a Circular
6	Buscar Lixa para a Lâmina
7	Limpar Lâmina
8	Buscar Escova de Bronze para limpar cilindro
9	Limpar Cilindro de Lacar
10	Buscar Panos de Limpeza, Espátula e Caneco de Solvente
11	Limpar Cuba, Balseiro e Filtro
12	Retirar Cilindro
13	Buscar Novo Cilindro
14	Instalar Novo Cilindro
15	Efectuar Reset Abertura do Cilindro
16	Retirar Balseiro, Cuba, Bomba e Mangueira
17	Buscar Novo Balseiro, Cuba, Bomba e Mangueira
18	Colocar Novo Balseiro, Cuba, Bomba e Mangueira
19	Colocar Laca a Circular
20	Preencher Folha de Arranque
21	Arranque de Máquina



5.2.3 Fase C – Conversão de Setup Interno em Externo

A fase C da metodologia SMED consistiu na conversão máxima possível das operações internas em externas. Os diversos passos de setup foram reexaminados de modo a avaliar se algumas operações foram erradamente assumidas como internas.

No sentido de conseguir a sua conversão, foram realizadas as seguintes ações de melhoria.

Eliminação e Organização de Ferramentas

Numa primeira fase e face à desarrumação constante na área envolvente procedeu-se a uma organização das ferramentas, sendo que esta medida baseou-se em princípios da metodologia 5S aplicados igualmente no processo de lacagem e que serão abordados mais adiante.

Sensibilização e Formação dos Operadores

Este ponto permitiu, através da definição exata de como proceder num tempo de setup, uma uniformização de ações entre operadores e turnos. Com este ponto foi também possível alterar algumas operações internas para externas, nomeadamente a coleta de ferramentas de apoio e o preenchimento da folha de arranque. Isto foi conseguido através da colocação destas ferramentas num carrinho de apoio colocado ao lado de cada cabeça, a colocação do cilindro que irá entrar perto da máquina ainda com esta em funcionamento e início do preenchimento da folha de arranque ainda com a máquina a trabalhar. O operador consegue limpar uma cabeça de lacagem sem sair de perto da mesma. Como esta coleta é realizada ainda com a máquina a trabalhar, evitam-se deste modo as movimentações durante o tempo de setup.

Foi então reformulado o modo operatório, designado de “situação futura”, como exemplifica a Tabela 6.

Tabela 6 -Modo operatório “situação futura”

Modo Operatório de Troca de Referência “Situação Futura”	
Máquinas: Lacar D e Lacar E	
Operação: Limpeza de Cabeça+ Troca de Cilindro+ Mudança de Circuito	
Nº	Tarefa
Tarefas Externas	
1	Colocar nova laca perto da Cabeça
2	Buscar Panos de Limpeza e Caneco de Solvente
3	Buscar Lixa para a Lâmina
4	Buscar Escova de Bronze para limpar cilindro
5	Buscar Novo Cilindro
6	Buscar Novo Balseiro, Cuba, Bomba e Mangueira
7	Preencher Pontos da Folha de Arranque
8	Abrir Cabeça de Lacar na Passagem da Emenda
Tarefas Internas	
9	Esvaziar Laca
10	Pôr Solvente de Limpeza a Circular
11	Limpar Lâmina
12	Limpar Cilindro de Lacar
13	Limpar Cuba, Balseiro e Filtro
14	Retirar Cilindro
15	Instalar Novo Cilindro
16	Efectuar Reset Abertura do Cilindro
17	Retirar Balseiro, Cuba, Bomba e Mangueira
18	Colocar Novo Balseiro, Cuba, Bomba e Mangueira
19	Colocar Laca a Circular
20	Preencher Pontos Restantes da Folha de Arranque
21	Arranque de Máquina

5.2.4 Fase D – Racionalização do Setup Interno e Externo

Na última fase da implementação da metodologia SMED o objetivo passou por uma melhoria sistemática de cada operação. Foram propostas ações de melhoria globais e benéficas a qualquer mudança de referência, independentemente da combinação entre grupos de operações de setup. Nesse sentido propuseram-se ações que permitam alcançar o cumprimento das tarefas de forma segura, fácil e rápida.

Nesta fase foram propostas diversas ações de melhoria.

Engates Rápidos

Os engates rápidos para além de permitirem uma arrumação mais ordenada e eficiente das ferramentas são um fator onde os operadores podem acelerar o processo de mudança de referência, pois não necessitam de ferramentas para retirar as mangueiras das bombas, nem necessitam de chamar a manutenção, executam toda a operação sem assistência.

A Figura 33 exemplifica duas mangueiras sem engate rápido (a) e duas mangueiras já com o engate rápido colocado (b).



Figura 33 - Mangueiras sem e com engate rápido

Troca Rápida de Referência por “Família de Lacas”

A TMG Automotive utiliza centenas de lacas no seu processo, no entanto, após uma análise à sua constituição verificou-se que existem diversos pontos comuns entre as mesmas. De facto, para o fabrico das lacas apenas são utilizadas matérias-primas de dois fornecedores diferentes e muitas delas têm os mesmos produtos na sua constituição sendo apenas diferentes as proporções com que são adicionados. Com base nisto concluiu-se que a troca de referência sem processo de limpeza não apresenta contaminações ou não conformidades no artigo seguinte, desde que a receita da laca tenha os mesmos produtos. Aplicando-se a medida tanto a lacas aquosas como PUR.

Por conseguinte as lacas foram agrupadas em “famílias” numa tabela, de modo a que seja mais simples identificar se é ou não possível efetuar uma troca por “família de

laca”.

Existe igualmente uma alteração nos procedimentos por parte do operador na limpeza de uma cabeça de laca, sendo de destacar que não é necessário utilizar solvente na limpeza o que se traduz em redução de custos.

As tabelas representam a junção das lacas em famílias, as mesmas estão distribuídas em colunas e cada coluna contém uma família de lacas, ou seja, só é possível realizar uma troca rápida por “família de lacas” entre lacas que estejam na mesma coluna.

Foram distribuídas pela máquina de modo a que o operador possa consultar com antecedência se na próxima ordem de fabrico é possível realizar uma troca rápida por “família de lacas”.

A Tabela 7 é a tabela onde as lacas base aquosa estão agrupadas em famílias.

Tabela 7 - “Família de lacas” base aquosa

Lacas Aquosas								
Lacas 1ª Camada Direito			Lacas Restantes Camadas Direito			Lacas Ávesso		
Vinil/Acrílico	PUR/Acrílico	PUR	PUR	100% Acrílico		PUR	PUR	
L1012	L1043	L5004	C/Silicone	L5002		L2004	L2007	
	L1059	L1089	L5002	S/Silicone	L5001			
	L1062	L1048	L1063	L5012				
			L1091					
			L1086					
			L1099					
			L5000					
			L1094					
			L1083					
			L1097					
			L1068					
			L1076					
			L1070					
			L1081					
			L1095					
			L1077					
			L5003					
			L1088					
			L1064					
			L1065					
			L1066					
			L1067					
			L1093					
			L5001					
			L1069					
			L5006					
			L1071					
			L5005					

A Tabela 8 ilustra as lacas base PUR agrupadas em famílias.



Revestimento de Balseiros e Cubas com Teflon

Teflon é o nome comercial do polímero PTFE (Politetrafluoretileno), a marca foi registada no século XX pela empresa norte americana DuPont, que patenteou igualmente outros produtos importantes como o Nylon e o Kevlar.

Descoberto fortuitamente por Roy J. Plunkett quando realizava um estudo para a empresa DuPont, o PTFE é um polímero semelhante ao polietileno com a diferença que no lugar dos átomos de hidrogénio encontram-se átomos de fluor, formando deste modo um fluoropolímero ou um fluorocarbono.

Como principais virtudes este material revela-se praticamente inerte, ou seja, não reage com outras substâncias químicas. Isto deve-se à proteção dos átomos de fluor que se encontram sobre a cadeia carbonada. Como tem uma reatividade muito reduzida possui igualmente uma toxicidade praticamente nula.

No entanto, para o propósito da redução de tempos de setup, foram outras características que sobressaíram tais como o facto de ser o material com o terceiro coeficiente de atrito mais baixo de todos os materiais sólidos conhecidos e também por ser um material com índices de impermeabilidade muito elevados permitindo uma baixa aderência dos materiais líquidos na sua superfície. O coeficiente de fricção entre o teflon e muitos materiais utilizados em engenharia é extremamente baixo e juntamente com o baixo coeficiente de fricção e estabilidade química é praticamente impossível a adesão de outros materiais. Esta propriedade é usualmente utilizada em tecnologias de processos industriais onde a facilidade de limpeza é especialmente importante (Rae & Dattelbaum, 2004).

Para revestir as ferramentas foi utilizado, no caso, o teflon FEP (Etileno Propileno Fluorado) com a cor verde. Este composto tem exatamente as propriedades que se pretendem encontrar no PTFE, sendo que a diferença reside no facto de ser processado usando moldagem por injeção convencional e técnicas de extrusão de parafuso.

Na Figura 35 é possível observar um balseiro sem revestimento teflon (a) e com revestimento teflon (b).



(a)

(b)

Figura 35 - Balseiro sem e com revestimento teflon

A Figura 36 exemplifica uma cuba pequena (a) e uma cuba grande (b) sem revestimento teflon.



(a)

(b)

Figura 36 - Cuba pequena e grande sem revestimento teflon

A Figura 37 ilustra a cuba pequena (a) e grande (b) já com revestimento teflon



(a)

(b)

Figura 37 - Cuba pequena e grande com revestimento teflon

Na Figura 38 observa-se o circuito completo de abastecimento (cuba grande, pequena e balseiro), revestido com teflon.

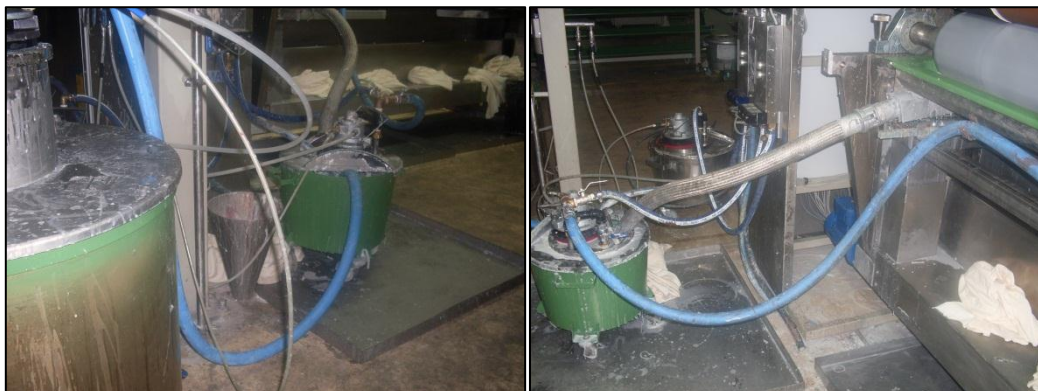


Figura 38 - Circuito revestido com teflon

Simplificação do Processo

De modo a poder simplificar o processo de lacagem foi posteriormente testada a alimentação da máquina com uma diferente configuração, o que poderia proporcionar uma maior redução de consumo de solventes de limpeza, visto que seria menos uma mangueira, uma bomba e uma cuba para limpar. Além de que a nova configuração também se revela mais libertadora de espaço, facilitando a movimentação e organização do operador em redor do posto de trabalho.

A Figura 39 representa o percurso da laca na designada “situação atual”, antes da proposta de melhoria.

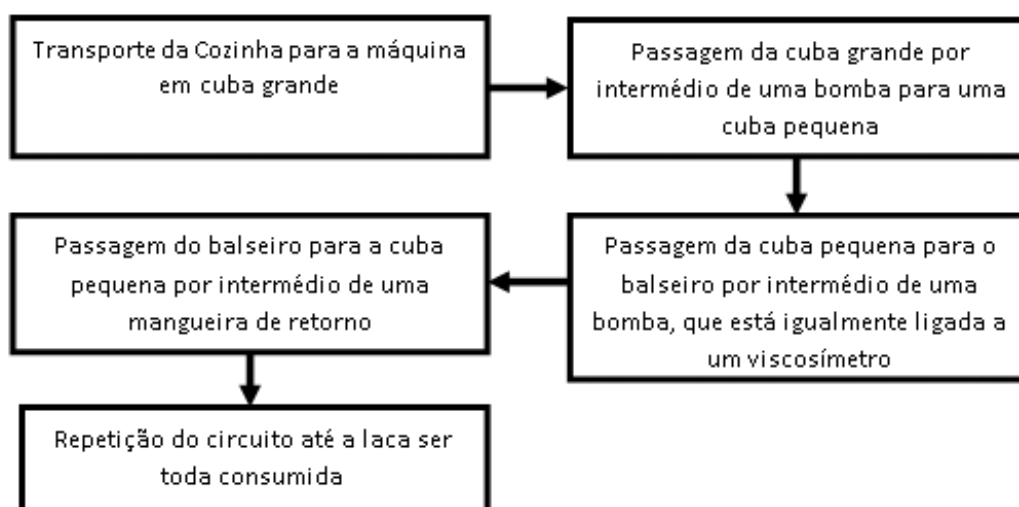


Figura 39 - Percurso da laca “situação atual”

A Figura 40 representa o percurso da laca na “situação futura”, após a proposta de melhoria.

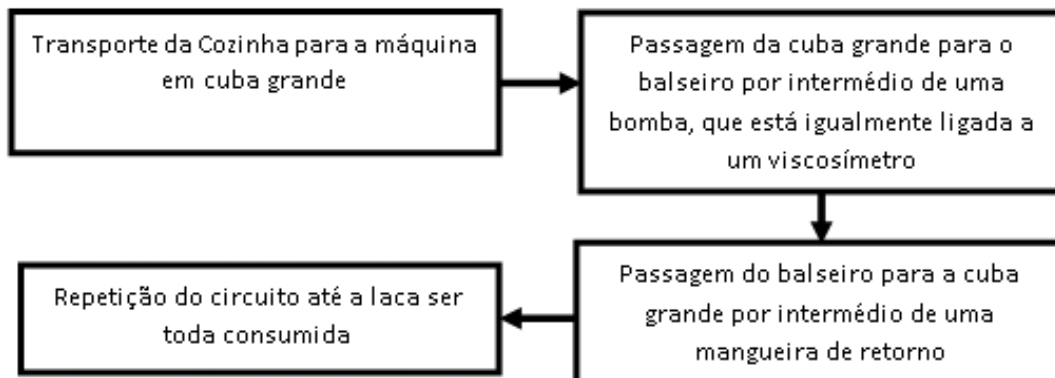


Figura 40 -Percurso da laca “situação futura”

A Figura 41 ilustra duas fotografias do processo antes da simplificação, sendo possível observar duas cubas (uma grande e uma pequena), duas bombas (uma grande dentro da cuba grande e uma pequena dentro da cuba pequena) e duas mangueiras (uma que liga a cuba grande à cuba pequena e outra que liga a cuba pequena ao balseiro).



Figura 41 - Processo antes da simplificação

A Figura 42 ilustra duas fotografias do processo depois da simplificação, onde se observa apenas uma cuba grande, uma bomba grande (dentro da cuba grande) e uma mangueira, que liga a cuba grande ao balseiro.



Figura 42 - Processo depois da simplificação

5.3 Registo de Tempos

Através da implementação do revestimento de teflon foi possível diminuir os tempos de limpeza em 51,14% em uma cabeça de lacagem, tal como ilustram a

Tabela 9 e a Tabela 10.

Tabela 9 - Tempos de limpeza sem teflon

Minutos	SEM TEFLON										Média
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Esvaziar Laca	0.5	0.5	0.5	0.5	1	0.5	1	1	1	1	0.75
Lavar Cilindro	6	7	8	8	9	6	7	8	9	8	7.6
Limpar Cuba	6	6	5	7	4	5	5	6	5	6	5.5
Limpar Balseiro	6	6	6	9	4	5	5	7	17	10	7.5
Limpar Lâmina	0.5	1	1	1	0.5	1	0.5	1	1	1	0.85
Trocar Filtros	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2.7
TOTAL (algumas operações são sobrepostas)	19	22	20	24	18	19	16	20	36	25	21.9

Tabela 10 - Tempos de limpeza com teflon

Minutos	COM TEFLON										Média
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Esvaziar Laca	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1	0.5	0.5	1	0.65
Lavar Cilindro	4	6	6	6	6	7	7	5	5	7	5.9
Limpar Cuba	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1.2
Limpar Balseiro	2	2	2	1	2	2	2	1	1	2	1.7
Limpar Lâmina	0.5	0.5	0.5	1	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1	0.65
Trocar Filtros	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2.2
TOTAL (algumas operações são sobrepostas)	10	11	10	11	12	10	12	10	10	11	10.7

Relativamente a trocas por “família de laca” o tempo equivalente a limpeza em uma cabeça (pois efetivamente esta não é efetuada) diminuiu ainda mais consideravelmente. De reparar que estas trocas só se efetuam assim que a programação de máquina o permita, ou seja, assim que a laca que sucede à anterior tenha os mesmos constituintes na sua receita. No entanto, considerou-se a medida bastante relevante pois este episódio acontece com uma certa frequência. Com esta medida os tempos diminuíram 81,73%, como ilustra a Tabela 11.

Tabela 11 - Tempos de troca de referência por “Família de Lacas”

Minutos	Troca por "Família de Lacas"										Média
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Baixar/Esvaziar Balseiro	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1,2
Trocar bomba/Por Laca a Circular	2	2	1	2	2	1	1	1	2	1	1,4
Limpar Lâmina (ao mesmo tempo do anterior)	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1,3
TOTAL	4	4	4	5	5	4	4	3	4	3	4

No que concerne a simplificação do processo, retirando uma bomba, uma cuba e uma mangueira, o tempo verificado é menor relativamente à situação com o revestimento de teflon.

Foi possível uma diminuição de 68.04% comparativamente com o tempo inicial de limpeza de uma cabeça sem teflon e registou-se uma diminuição de 34.58% relativamente ao tempo de limpeza de uma cabeça com ferramentas revestidas a teflon, tal como é possível observar na Tabela 12.

Tabela 12 - Tempos de limpeza com simplificação do processo

Minutos	SIMPLIFICAÇÃO DO PROCESSO										Média
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Esvaziar Laca	0.5	0.5	0.5	1	0.5	1	1	0.5	0.5	1	0.7
Lavar Cilindro	5	6	6	6	6	7	5	5	5	5	5.6
Limpar Balseiro	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1.3
Limpar Lâmina	1	0.5	0.5	1	1	0.5	1	1	0.5	0.5	0.75
Trocar Filtros	1	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1.5
TOTAL (algumas operações são sobrepostas)	7	8	7	7	8	8	6	6	6	7	7

Na Figura 43 são expostos os diversos tempos em comparação.

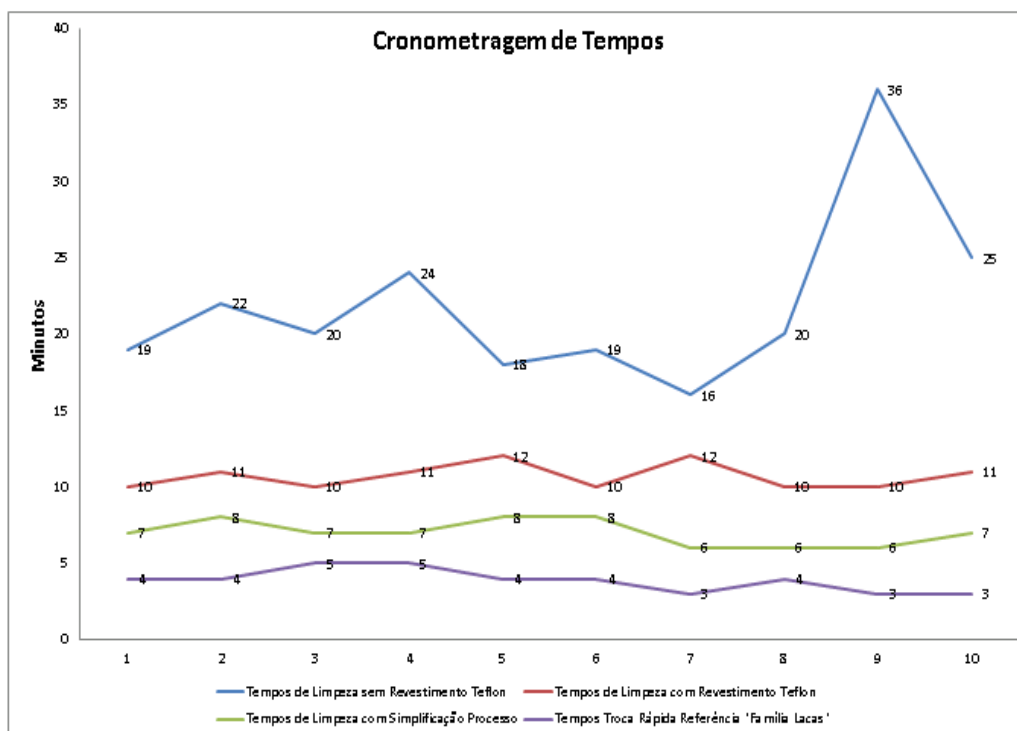


Figura 43 - Comparação de tempos de limpeza

A Figura 44 apresenta os resultados alcançados na limpeza de 1 cabeça de lacagem, troca de cilindro, mudança de circuito e preenchimento de folha de arranque, sendo que o tempo de troca de referência reflete o tempo médio que se pretende alcançar com as medidas de melhoria implementadas e em fase de implementação.

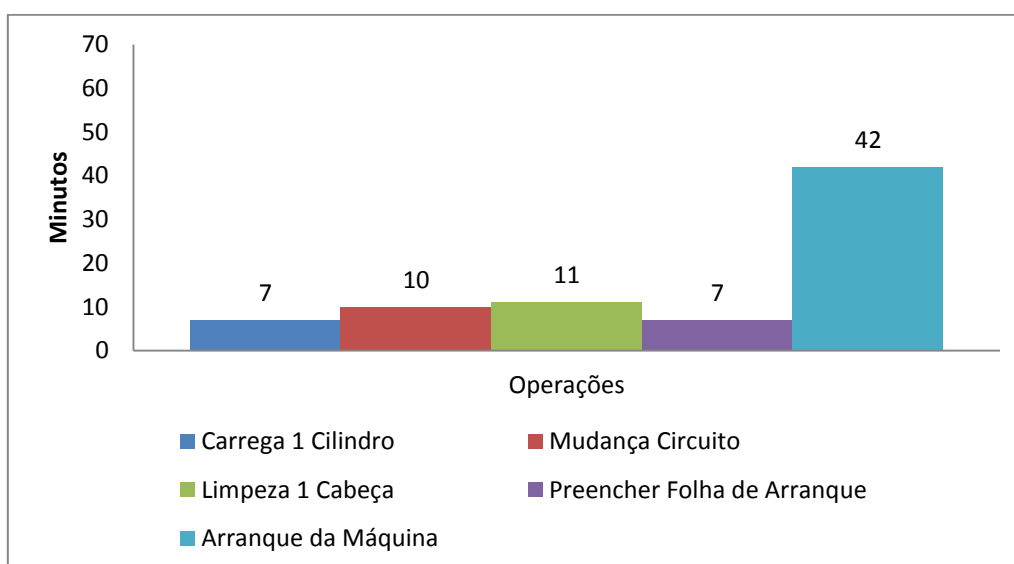


Figura 44 - Tempo médio de 4 operações



5.4 Organização da Cozinha de Lacas

Para fazer face aos problemas de organização, limpeza e arrumação na cozinha de lacas, identificados no capítulo anterior, foi proposta uma implementação da metodologia 5S.

De modo a abordar a metodologia 5 S na cozinha de lacas preparou-se um plano de implementação como exemplifica a Tabela 13.

Tabela 13 - Plano de implementação 5S na cozinha de lacas

Plano de Implementação 5 S																																
Dez-11		Jan-12																														
PREPARAÇÃO		D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1/2/3/4/5/6												7	7	7	7	7											8	8				

1 - Definição da Área a Aplicar	Cozinha de Lacas
2 - Definição de Objectivos	Aplicação Robusta da Metodologia 5 S
3 - Definição da Pessoa Responsável	Tiago Cunha; António Azevedo Silva
Coordenação das Actividades 5 S's	
Planeamento e Marcação de Auditorias	
Visualização das Melhorias	
4 - Definição dos Responsáveis pelas Áreas a Auditar	Chefes de Fabrico
Garantem o seguimento e implementação dos 5S's	
Acompanham as Auditorias	
Implementam as Melhorias Identificadas	
5 - Análise da Checklist Utilizada para as Auditorias	Eng. Processo
6 - Definição da Equipa de Auditores	Eng.Processo
7 - Formação de 5 S's a Respectiveos Colaboradores	Eng.Processo
8 - Auditorias Iniciais	Equipa de Auditores

1ºS – Fase de Eliminação

Na fase inicial aplicou-se de forma robusta o primeiro “S” da metodologia e procedeu-se à eliminação de todos os materiais que não eram úteis na cozinha de lacas, nomeadamente ferramentas obsoletas e bidões sem uso aparente. Esta fase contou com a participação de cinco elementos e foi realizada em três sessões de oito horas.



2ºS – Fase de Arrumação

Após a fase inicial, iniciou-se a arrumação da cozinha de lacas, neste momento no seu interior apenas se encontravam as ferramentas e materiais indispensáveis para uso. O chão foi delimitado com linhas amarelas e a todos os materiais e ferramentas foi atribuído um local definido e fixo, sendo que os materiais foram segregados da seguinte forma, e por ordem de importância: ao alcance da mão, local acessível e local de acesso rápido. Nesta fase participaram cinco elementos e teve a duração de cinco sessões de oito horas.

3ºS – Fase de Limpeza

Após uma limpeza profunda inicial aquando da implementação, foi delineado um plano de limpeza semanal onde semanalmente, além das limpezas diárias frequentes, realiza-se igualmente uma limpeza profunda de toda a cozinha de lacas para que se consiga uma manutenção dos níveis de limpeza do espaço. A limpeza profunda inicial teve a duração de cinco sessões de oito horas e a participação de sete elementos.

4ºS – Fase de Normalização

A fase de normalização iniciou-se com uma formação a todos os operadores da cozinha de lacas e teve a duração de cinco sessões de duas horas, contou com a participação de 9 operadores da cozinha de lacas e 6 chefes de fabrico. Teve como objetivo sensibilizar e esclarecer quais as regras de bom funcionamento do espaço, assim como esclareceu todos os participantes permitindo que todos executem as mesmas tarefas, uniformizando as ações. Após esta formação foram afixados em cada piso da cozinha de lacas as regras de bom funcionamento (Anexo X).

5ºS – Fase de Autodisciplina

Com o objetivo de consciencializar os participantes que as tarefas da metodologia 5S têm de se manter no tempo, foi criada uma ferramenta de acompanhamento do nível de comprometimento 5S na cozinha de lacas (Anexo X). Esta ferramenta reflete o resultado final de auditorias quinzenais. A folha da auditoria aborda pontos relacionados com cada “S” da metodologia e para cada ponto pode ser atribuída a classificação 0, 5 ou 10 existindo ainda a “não aplicável” (N/A) (Anexo X).

5.4.1 Registo Fotográfico

O próximo subcapítulo ilustra os diversos pisos da cozinha de lacas antes e depois da implementação da metodologia 5S.

1º Piso

O primeiro piso é o piso de produção de lacas, a Figura 45 ilustra o espaço antes da implementação 5S.



Figura 45 - 1º Piso antes da implementação 5S

A Figura 46 ilustra o piso de produção após a implementação 5S.



Figura 46 - 1º Piso depois da implementação 5S

As principais mudanças efetuadas no 1º piso foram:

- Proibição de armazenar matérias-primas e matérias semi-fabricadas;
- Piso para matérias em produção e em espera de entrar em máquina;
- Piso com delimitação de locais por linhas amarelas;
- Piso com local designado para colocação de resíduos, com separação e identificação dos mesmos.

2º Piso

O segundo piso trata-se do local de armazenamento das matérias-primas necessárias na produção de lacas. A Figura 47 reflete a situação do piso antes da implementação 5S.



Figura 47 - 2º Piso antes da implementação 5S

A Figura 48 reflete o estado do piso após a implementação 5S.



Figura 48 - 2º Piso depois da implementação 5S

As principais mudanças efetuadas no 2º piso foram:

- Piso exclusivo para armazenar matérias-primas de lacas;
- Eliminação de matérias-primas obsoletas e outros produtos que não matérias-primas;
- Delimitação do espaço com linhas amarelas;
- Criação de local específico para matérias-primas utilizadas no fabrico de lacas PUR e local específico para matérias-primas utilizadas no fabrico de lacas Aquosas;
- Colocação de estante para armazenar pigmentos.

3º Piso

O terceiro piso é utilizado para armazenar produtos semi-fabricados ou lacas que retornaram como sobras da máquina ou não estão totalmente produzidas. A Figura 49 ilustra o terceiro piso antes da aplicação da metodologia 5S.



Figura 49 - 3º Piso antes da implementação 5S

A Figura 50 reflete o estado do terceiro piso da cozinha de lacas após a implementação 5S.



Figura 50 - 3º Piso depois da implementação 5S

As principais mudanças efetuadas no 3º piso foram:

- Piso exclusivo para armazenar produtos semi-fabricados, ou seja, lacas que regressaram da máquina de lacar;
- Eliminação de produtos obsoletos e fora do prazo de validade;
- Eliminação de materiais não necessários no piso como: cestas, aros e paletes;
- Piso com delimitação de espaços através de linhas amarelas;
- Designado local específico para lacas PUR, lacas Aquosas e Tintas.

5.5 Propostas Não Aprovadas

As medidas que não foram aprovadas foram as relacionadas com a limpeza do cilindro de lacagem. Após analisar as operações de limpeza do cilindro de lacagem foram ponderadas diversas tecnologias, em algumas foi efetuado um teste, outras não avançaram simplesmente. No final comprovou-se que até à data a limpeza através de solvente MEK (Metil Etil Cetona) ou MTX (Metoxipropilo), sistema já em uso na empresa, é o mais apropriado.

5.5.1 Operação de Limpeza de Cilindro

De seguida será descrita na Figura 51 a operação de limpeza do cilindro de lacagem.

Limpeza de Cilindro

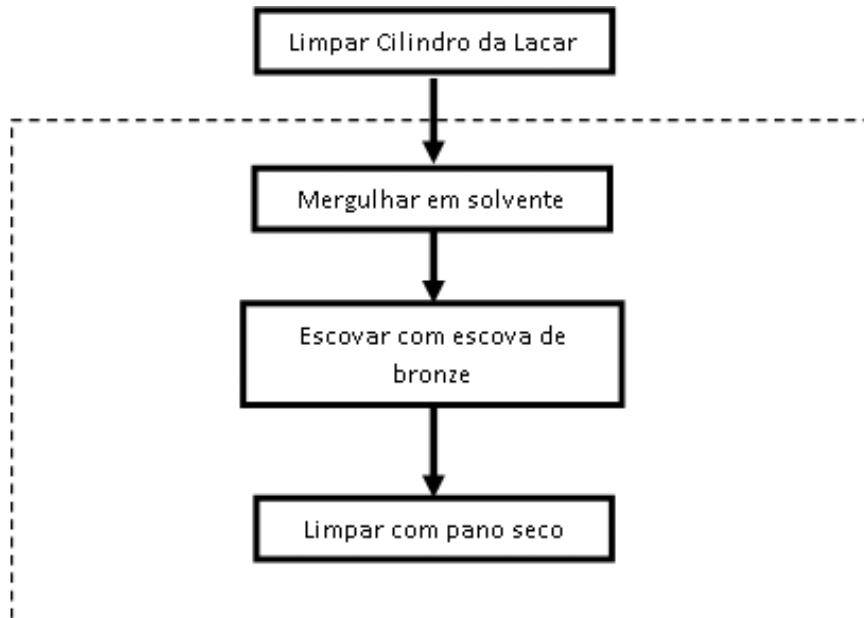


Figura 51 - Limpeza de um cilindro

Mergulhar em Solvente

Operação em que o cilindro fica a rodar mergulhado em solvente que se encontra no balseiro. Esta operação não necessita do operador.

Escovar com Escova de Bronze

Operador escova o cilindro em toda a sua superfície com uma escova de bronze.

Limpar com Pano Seco

Operador limpa o resto de solvente na superfície do cilindro com um pano seco.

Os cilindros de lacagem são constituídos por uma superfície mesh ou linhas, tal como é possível observar na Figura 52, sendo esta superfície responsável pela quantidade exata de laca que passa para o artigo. Como tal estes devem ser limpos meticulosamente entre cada utilização diferente, caso contrário a quantidade de laca que passará não será uniforme.

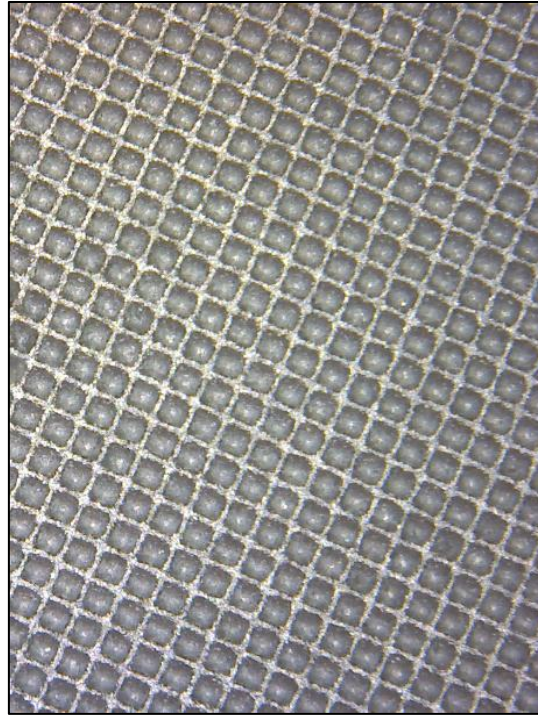


Figura 52 - Imagem microscópica da superfície de um cilindro de lacagem

5.5.2 Propostas

Limpeza por Gelo Seco

Teste foi efetuado e consistiu na aplicação de gelo seco, dióxido de carbono solidificado a uma temperatura de -78°C , ao ser aquecido pela pressão atmosférica passa para o estado gasoso sem passar pela fase líquida. Ao incidir por meio de uma mangueira o gelo a uma determinada pressão (6 bar) sobre o cilindro este seria limpo.

Verificou-se que:

- O cilindro aparentemente ficaria limpo mas demoraria mais tempo do que o método tradicional;
- Consumo de ar muito elevado;
- Nível de ruído muito elevado;
- Cilindro utilizado para o teste ficou limpo de resíduos mas criou uma mancha que obrigou a que fosse regravado.
- Material utilizado para a limpeza pouco prático e que obriga ao uso de várias proteções de segurança.



Limpeza por Laser

Não chegou a ser efetuado um teste com esta tecnologia, mas o objetivo seria através da incidência de um feixe de laser sobre o cilindro, este ficaria livre de resíduos.

Verificou-se que:

- O laser não pode ser utilizado numa zona altamente explosiva com solventes.

Almas de Cilindros

Trata-se de uma medida em que seria necessário alterar os procedimentos de limpeza e de lacagem. Consiste na retirada da superfície do cilindro por meio de um sistema de ar comprimido, permanecendo o seu núcleo na máquina, podendo deste modo limpar-se a alma fora da máquina, passando toda a operação de interna para externa.

Verificou-se que:

- Teria de se efetuar uma alteração na máquina que a iria modificar por completo na zona da cabeça de lacagem;
- Todos os cilindros de lacagem teriam de ser substituídos;
- O investimento seria muito elevado;

Atualmente a empresa adquiriu uma máquina de lavar cilindros por tecnologia de ultrassons subaquáticos. Neste tipo de limpeza os cilindros têm de continuar a ser limpos na máquina de lacagem e após isso são transportados para a máquina de ultrassons e lavados de forma preventiva.

Como tal não se prevê que a máquina venha a conseguir lavar os cilindros de lacagem de forma a tornar a operação externa.

Através da fixação de um tempo para a limpeza do cilindro e formação de como proceder, conseguiu-se através do sistema já em prática, um rigor mais elevado no cumprimento do tempo.

6. Análise de Resultados

Este capítulo mostra e analisa os resultados das ações referidas no capítulo anterior, sendo que as medidas realizadas no âmbito da metodologia 5 S são apresentadas sob a forma de resultados obtidos, ao invés das medidas apresentadas no âmbito da metodologia SMED (excetuando o revestimento com teflon) que são apresentadas sob a forma de resultados esperados, uma vez que a TMG Automotive se encontra numa fase de implementação das medidas relativas a troca de referência por “família de lacas” e simplificação do processo.

6.1 Tempos de Preparação

De seguida são expostos os resultados obtidos após a implementação das propostas relativas a limpeza e preparação de uma cabeça de lacagem e os resultados esperados de troca de referência.

Elementos a ter em conta relativamente a ganhos por diminuição de tempo de setup:

- Valor €/min máquina de lacagem: 8,33€/min.
- Número de trocas de referência na máquina de lacagem em 2011: 1324
- Número de trocas de referência na máquina de lacagem em 2012: 681¹
- Não é considerada a medida troca de referência “família de lacas” sob o ponto de vista anual, pois esta não se executa em todos os tempos de setup, sendo que é a programação de máquina que determina se se efetua ou não a medida.

A Tabela 14 reflete a estimativa de ganhos em euros por setup e em euros por ano, tendo em consideração o volume de trocas de referência em 2011 em comparação com 2012.

Tabela 14 - Resultados obtidos em limpeza e preparação de uma cabeça de lacagem

	LIMPEZA E PREPARAÇÃO DE UMA CABEÇA DE LACAGEM				
	Tempo Médio	Ganhos (min)	Ganhos €/setup	Ganhos €/ano (2011)	Ganhos €/ano (2012)
Sem revestimento	21.9	-	-	-	-
Com revestimento teflon	10.7	11.2	93.33 €	123 568.39 €	63 557.46 €
"Família de lacas"	4	17.9	149.16 €	N/A	N/A
Simplificação do processo	7	14.9	124.16 €	164 390.09 €	84 554.12 €

¹ Horizonte temporal semana 1 a 28 de 2012



A Tabela 15 ilustra a estimativa de ganhos em euros por setup e por ano, tendo em consideração a “situação atual” referente a 2011 e a “situação futura” referente ao objetivo que se pretende alcançar após a implementação e interiorização das ações de melhoria propostas.

Tabela 15 - Resultados esperados em tempo médio de troca de referência

	TROCA DE REFERÊNCIA				
	Tempo Médio	Ganhos (min)	Ganhos €/setup	Ganhos €/ano (2011)	Ganhos €/ano (2012)
Situação atual	72	-	-	-	-
Situação futura	42	30	249.99 €	330 986.76 €	170 243.19 €

Através destes resultados é possível verificar que os ganhos relativamente ao tempo em que a máquina não está parada são substanciais, na limpeza e preparação de uma cabeça de lacagem observa-se uma poupança de 93,33 € por cada limpeza efetuada o que no final do ano, contabilizando todas as paragens de setup, se traduz numa poupança de 123.568,39€. Sempre que for possível executar uma troca de referência por “família de lacas” consegue-se uma poupança de 149,16 € relativamente a uma limpeza sem revestimento. Com a simplificação do processo consegue-se um ganho de 124,16 € por cada tempo de setup o que no final do ano se repercute em menos 164.390,09 € de custos.

No que concerne a uma troca de referência, combinando todas as ações efetuadas e a efetuar, que são: revestimento teflon, troca de referência por “família de lacas”, simplificação do processo, passagem de operações internas para externas (nomeadamente eliminação de movimentações, através da recolha de todos os materiais necessários para o setup, com a máquina a trabalhar) e racionalização de operações internas, mais concretamente colocação de engates rápidos, espera-se alcançar um ganho de 249,99 € por cada tempo de setup efetuado, o que significa uma poupança de 330.986,76 € no final de um ano.

Elementos a ter em conta relativamente a ganhos por poupança de solvente de limpeza:

- Custo dos solventes utilizados: MEK (2,58€/kg) / MTX (1,53€/kg)², a limpeza pode efetuar-se com MEK ou com MTX.

² Dados relativos a Fevereiro de 2012



- 1L MEK = 0,76Kg MEK / 1L MTX = 1Kg MTX
- Número de trocas de referência na máquina de lacagem em 2011: 1324
- Não é considerada a medida troca de referência “família de lacas” sob o ponto de vista anual, pois esta não se executa em todos os tempos de setup, sendo que é a programação de máquina que determina se se efetua ou não a medida.

A Tabela 16 representa o volume de solvente necessário para efetuar limpeza de cada uma das ferramentas onde se realizaram as ações de melhoria.

Tabela 16 - Quantidades de solvente gasto em limpezas

	QUANTIDADES SOLVENTE GASTO EM LIMPEZA			
	Sem revestimento	Com revestimento teflon	"Família de lacas"	Simplificação do processo
Limpeza cuba grande	4500 ml	200 ml	200 ml	200 ml
Limpeza cuba pequena	1500 ml	50 ml	0 ml	0 ml
Limpeza do balseiro	2250 ml	150 ml	0 ml	150 ml

A Tabela 17 reflete o custo de solvente quando se executa limpeza das ferramentas cuba grande, cuba pequena e balseiro, tanto com MEK como com MTX.

Tabela 17 - Custo de solvente gasto em limpezas (MEK/MTX) por setup

	CUSTO DE SOLVENTE GASTO EM LIMPEZA (MEK/MTX) POR SETUP							
	Sem revestimento		Com revestimento teflon		"Família de lacas"		Simplificação do processo	
	MEK	MTX	MEK	MTX	MEK	MTX	MEK	MTX
Limpeza cuba grande	8.82 €	6.88 €	0.39 €	0.30 €	0.39 €	0.30 €	0.39 €	0.30 €
Limpeza cuba pequena	2.94 €	2.29 €	0.09 €	0.07 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €
Limpeza do balseiro	4.41 €	3.44 €	0.29 €	0.22 €	0.00 €	0.00 €	0.29 €	0.22 €

A Tabela 18 apresenta o custo anual de limpeza com MEK e MTX de uma cuba grande, uma cuba pequena e um balseiro, no caso de a limpeza ser efetuada sem revestimento, com revestimento teflon, por troca rápida “família de lacas” ou com simplificação do processo.

Tabela 18 - Custo anual de solventes gasto em limpeza (MEK/MTX)

	CUSTO ANUAL DE SOLVENTE GASTO EM LIMPEZA (MEK/MTX)							
	Sem revestimento		Com revestimento teflon		"Família de lacas"		Simplificação do processo	
	MEK	MTX	MEK	MTX	MEK	MTX	MEK	MTX
Limpeza cuba grande	11 677.68 €	9 109.12 €	516.36 €	397.20 €	N/A	N/A	516.36 €	397.20 €
Limpeza cuba pequena	3 892.56 €	3 031.96 €	119.16 €	92.68 €	N/A	N/A	0.00 €	0.00 €
Limpeza do balseiro	5 838.84 €	4 554.56 €	383.96 €	291.28 €	N/A	N/A	383.96 €	291.28 €

A próxima tabela, Tabela 19, representa a poupança anual de solvente MEK ou MTX caso seja utilizada cada uma das ações de melhoria propostas: revestimento teflon, troca rápida por “família de lacas” e simplificação do processo.

Tabela 19 - Poupança anual de solvente em limpezas (MEK/MTX)

	POUPANÇA ANUAL SOLVENTE EM LIMPEZA (MEK/MTX)					
	Com revestimento teflon		"Família de lacas"		Simplificação do processo	
	MEK	MTX	MEK	MTX	MEK	MTX
Limpeza cuba grande	11 161.32 €	8 711.92 €	N/A	N/A	11 161.32 €	8 711.92 €
Limpeza cuba pequena	3 773.40 €	2 939.28 €	N/A	N/A	3 892.56 €	3 031.96 €
Limpeza do balseiro	5 454.88 €	4 263.28 €	N/A	N/A	5 454.88 €	4 263.28 €

Analisando os resultados observa-se que com a aplicação de revestimento teflon as necessidades de uso de solventes diminuem consideravelmente.

Para limpeza de um balseiro sem revestimento são necessários 2250 ml de solvente, por outro lado com revestimento teflon são necessários apenas 150 ml. Isto traduz-se numa diferença de 4,41€ (sem revestimento) para 0,29€ (com revestimento) por setup quando utilizado MEK. No final do ano, utilizando revestimento teflon, observa-se uma poupança de 5.454,88€ em limpezas de balseiro, com MEK, relativamente à situação sem revestimento.

Independentemente do tipo de solvente utilizado, observa-se uma diferença de consumos elevada quando comparadas ferramentas (cubas e balseiro) sem revestimento e ferramentas (cubas e balseiro) com revestimento teflon, refletindo-se obviamente em menos custos no final do ano.

De reparar que com troca rápida "família de lacas" a diminuição de custos ainda é mais acentuada, visto que, apenas é necessário limpar a cuba grande, ou seja, os custos de limpeza do balseiro e cuba pequena são nulos. Quanto à simplificação do processo elimina-se o custo de limpeza da cuba pequena.

6.2 Organização da Cozinha de Lacas

Com a implementação da metodologia 5 S foi possível observar grandes diferenças de organização e limpeza do espaço, o que se refletiu numa melhor fluidez do processo e num aumento de velocidade de execução por parte dos operadores. Sendo que aos poucos verificou-se igualmente uma normalização de ações por parte de cada turno. As auditorias também cumpriram o objetivo de incutir disciplina e alimentar o sentimento de autodisciplina que se pretende, sendo de notar que permitem um empenho constante no cumprimento das regras da metodologia 5S por parte de todas as pessoas envolvidas na cozinha de lacas.



7. Conclusões e Trabalho Futuro

Neste capítulo são apresentadas as principais conclusões obtidas ao longo de todo o projeto, assim como são propostas algumas oportunidades de melhoria num desenvolvimento futuro nesta área de estudo.

7.1 Conclusões

Como conclusão mais abrangente deste trabalho podemos afirmar que os objetivos alvitados inicialmente para a implementação de técnicas e princípios de produção Lean no processo de lacagem de estofos/revestimentos na indústria automóvel foram atingidos.

Os passos consistiram numa rigorosa análise do processo produtivo, mais concretamente da lacagem, de modo a descodificar todos os pormenores subjacentes.

Após esta análise inicial foram retirados os dados necessários para o estudo em questão, nomeadamente, ferramentas utilizadas em tempos de setup, modo operatório, estudo de tempos, organização e limpeza do local de trabalho.

Tendo estes dados em consideração foram identificados os problemas existentes, tais como: setups efetuados de forma incorreta e não otimizada e desorganização do posto de trabalho.

Para contrapor estes problemas foram desenvolvidas propostas de melhoria recorrendo a ferramentas do paradigma Lean Manufacturing, sendo que neste trabalho as propostas centram-se essencialmente nas metodologias SMED e 5 S.

Os resultados, na visão do autor, são grandemente benéficos para a TMG Automotive.

A implementação 5 S proporcionou uma organização, disciplina e posteriormente autodisciplina muito mais efetivas da cozinha de lacas, o que gerou uma fluidez evidente no processo.

Na implementação SMED esperam-se resultados que possibilitem um decréscimo de tempo de paragem de máquina, nomeadamente o tempo de limpeza e preparação de uma cabeça de lacagem, de 21,9 minutos para 10,7 minutos com o revestimento teflon o que se traduz num decréscimo de 11,2 minutos, uma redução de 51,14% com



poupança de 93,33 € por cada setup efetuado, estimando-se no final do ano um decréscimo de 123.568,39 € nos custos. Se a esta medida adicionarmos a simplificação do processo pode-se obter uma diminuição de 164.390,09 € nas despesas. Quando for possível ainda uma troca de referência rápida “família de lacas” estima-se, por cada setup, uma diminuição de 17,9 minutos correspondendo a uma poupança de 149,16 €. Quando todas as medidas propostas estiverem implementadas e forem assimiladas e maturadas por todos os intervenientes, assumindo-se como objetivo a passagem de 72 minutos de tempo de setup para 42 minutos o que se repercute em menos 30 minutos de máquina parada, é então expectável uma redução de 249,99 € por cada setup efetuado, refletindo-se num decréscimo de custos na ordem dos 330.986,76 € no final de um ano, uma melhoria de 41,66%.

Relativamente a diminuição de consumo de solventes, através da aplicação nas ferramentas (cuba grande, cuba pequena e balseiro) de revestimento teflon, antiaderente por natureza, estima-se uma poupança anual de 20.389,60 € se for utilizado o solvente MEK e uma diminuição de 15.914,48 € de custos anuais se for utilizado o solvente MTX.

Em suma o desempenho do sistema produtivo da TMG Automotive, mais concretamente o processo de lacagem, melhorou substancialmente.

7.2 Perspetiva de Trabalho Futuro

Na perspetiva do autor o trabalho realizado foi bastante benéfico, no entanto existe ainda um caminho a percorrer para fortalecer e conferir robustez às melhorias implementadas de modo a que estas se tornem cada vez mais sustentadas no processo de lacagem, pois com trabalho futuro estas podem-se tornar mais eficientes.

Mais especificamente na perspetiva futura relacionada com SMED, o autor sugere que se execute um trabalho conjunto com a logística relativamente à definição da sequência de produtos a lacar de modo a permitir que a troca de referência “família de lacas”, que é a mais célere, seja possível de realizar mais vezes.

É ainda sugerido pelo autor o estudo de um método de limpeza de cilindros de lacagem que possibilite que a operação se torne externa, ou seja que o cilindro seja limpo fora da máquina já com esta em funcionamento. Sendo que idealmente o



processo deverá se efetuar automaticamente, libertando deste modo recursos humanos.

É ainda proposto pelo autor que no futuro nunca se pare de avaliar o processo na procura de melhorias, pondo por exemplo em prática a ferramenta PDCA, indo deste modo ao encontro da essência do paradigma Lean Manufacturing – a melhoria contínua.



Referências Bibliográficas

- Abdulmalek, F. & Rajgopal, J., 2007. Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *International Journal of Production Economics*, pp. 223-236.
- Al-Araidah, O., Jaradat, M. & Batayneh, W., 2009. Using a fuzzy Poka-Yoke based controller to restrain emissions in naturally ventilated environments. *Expert Systems with Applications*, pp. 4787-4795.
- Alizon, F., Shooter, S. & Simpson, T., 2009. Henry Ford and the Model T: lessons for product platforming and mass customization. *Design Studies*, 5 Setembro, Volume 30, pp. 588-605.
- Antràs, P. & Voth, H., 2003. Factor prices and productivity growth during the British industrial revolution. *Explorations in Economic History*, 11 Fevereiro, pp. 52-77.
- Bhasin, S., 2012. Performance of Lean in large organisations. *Journal of Manufacturing Systems*, 26 Abril.
- Bonney, M. et al., 1999. Are push and pull systems really so different?. *International Journal of Production Economics*, pp. 53-64.
- Chan, F., 2001. Effects of kanban size on just-in-time manufacturing systems. *Journal of Materials Processing Technology*, Issue 116, pp. 146-160.
- Costa, P., Alves, A. & Sousa, R., 2008. Implementação da metodologia quick changeover numa linha de montagem final de auto-rádios: para além da técnica SMED. *5º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia - 2º Congresso de Engenharia de Moçambique*, 2-4 Setembro, pp. 1-13.
- Deming, W., 1986. *Out of the Crisis*. Massachusetts: MIT Center for Advanced Engineering Study.
- Deros, B. et al., 2011. Cost saving in an automotive battery assembly line using setup time reduction. *Recent Researches in Multimedia Systems, Signal Processing, Robotics, Control and Manufacturing Technology*, pp. 144-148.
- Dickson, E. et al., 2009. Application of Lean Manufacturing techniques in the emergency department. *The Journal of Emergency Medicine*, 37(2), pp. 177-182.
- Duque, D. & Cadavid, L., 2007. Lean Manufacturing measurement: the relationship between Lean activities and Lean metrics. *Estudios Gerenciales*, Outubro/Dezembro,



23(105), pp. 69-83.

Eaton, M. & Carpenter, K., 2000. 5 S for Everyone. *Control Magazine*, Outubro.pp. 17-19.

Glover, W., Farris, J., van Aken, E. & Doolen, T., 2011. Critical success factors for the sustainability of Kaizen event human resource: An empirical study. *International Journal of Production Economics*, 20 Abril.pp. 197-213.

Goldratt, E., 1990. *What is this thing called the Theory of Constraints?*. Croton-on-Hudson(New York): North River Press.

Goldratt, E. & Cox, J., 1986. *The Goal: A process of ongoing improvement*. New York: North River Press.

Hall, R., 1987. *Attaining Manufacturing Excellence - Just in Time, Total Quality, Total People Involvement*. Homewood(Illinois): Dow Jones-Irwin.

Hirano, H., 1994. *5 Pillars of the Visual Workplace the Sourcebook for 5 S Implementation*. s.l.:JIT Management Laboratory Co.

Huttmeir, A. et al., 2009. Trading off between heijunka and just-in-sequence. *International Journal of Production Economics*, 19 Janeiro.pp. 501-507.

Ishikawa, K., 1976. *Guide to Quality Control*. s.l.:Asian Productivity Press.

Junior, M. & Filho, M., 2010. Variations of the kanban system: Literature review and classification. *International Journal of Production Economics*, 20 Janeiro.pp. 13-21.

Kume, H., 1988. *Statistical Methods for Quality Improvements*. s.l.:AOTS.

Liker, J., 2003. *The Toyota Way*. 1ª ed. New York: McGraw-Hill.

Lopes, R., Neto, C. & Pinto, J., 2007. Quick Changeover aplicação prática do método SMED. *Revista Técnica Engenho*, Janeiro/Março.

Martin, M., 1994. *Managing Innovation and Entrepreneurship in Technology-based Firms*. s.l.:Wiley.

McIntosh, R., Culley, S., Mileham, A. & Owen, G., 2001. Changeover improvement: A maintenance perspective. *International Journal of Production Economics*, pp. 153-163.

Melton, T., 2005. The benefits of Lean Manufacturing what Lean Thinking as to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design*, Junho.pp. 662-673.

Mesquita, M. & Castro, R., 2008. Análise das práticas de planejamento e controle da produção em fornecedores da cadeia automotiva brasileira. *Gestão & Produção*,



Janeiro/Abril, 15(1), pp. 33-42.

Michalska, J. & Szewieczek, D., 2007. The 5S methodology as a tool for improving the organization. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering* , 1 Outubro, 24(2), pp. 211-214.

Monden, Y., 2002. The relationship between mini profit-center and JIT system. *International Journal of Production Economics*, pp. 145-154.

Moreira, A. & Pais, G., 2011. Single Minute Exchange of Die. A case study implementation. *Journal of Technology Management & Innovation*, 4 Março, 6(1), pp. 129-146.

Nakajima, S., 1989. *Introduction to TPM*. Cambridge(Massachusetts): Productivity Press.

Ohno, T., 1988. *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. New York: Productivity Press.

OICA, 2007. *OICA*. [Online]

Available at: <http://oica.net/category/economic-contributions/> [Acedido em 2 Abril 2012].

Ortiz, C. M., 2010. *Visual Controls: Applying Visual Management to the Factory*. s.l.:Productivity Press.

Peterson, J. & Smith, R., 1998. *The 5 S pocket guide*. s.l.:Productivity Press.

Pinto, J., 2006. *Gestão de Operações - Na Indústria e nos Serviços*. 2ª ed. s.l.:Lidel.

Pinto, J., 2009. *Pensamento Lean - A filosofia das organizações vencedoras*. s.l.:Lidel - edições técnicas, lda.

Pool, A., Wijngaard, J. & Van Der Zee, D., 2010. Lean planning in the semi-process industry, a case study. *International Journal of Production Economics*, 8 Junho. pp. 194-203.

Rae, P. & Dattelbaum, D., 2004. The properties of poly(tetrafluoroethylene) (PTFE) in compression. *Polymer*, pp. 7615-7625.

Ribeiro, D., Braga, F., Sousa, R. & Carmo-Silva, S., 2011. An application of the SMED methodology in an electric power controls company. *The Romanian Review Precision Mechanics, Optics & Mechatronics*, Volume 40, pp. 115-122.

Rosenthal, M., 2002. The Essence of Jidoka. *SME Lean Directions Newsletter*.



Rother, M. & Shook, J., 1999. *Learning to see: Value Stream Mapping to add value and eliminate Muda*. Massachusetts: The Lean Enterprise Institute.

Shingo, S., 1985. *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. s.l.:Productivity Press.

Shingo, S., 1989. *A Study of the Toyota Production System*. s.l.:Productivity Press.

Sivasankar, M. et al., 2011. Experimental verification of single minute exchange of dies (SMED). *Recent Research in Science and Technology*, 3(3), pp. 92-97.

Slack, N. C. S. J. R., 2001. *Operations Management*. 3ª ed. Italy: Pearson Education.

TMG, 2008. *Manual da Gestão da Qualidade, Ambiente e Higiene e Segurança do Grupo TMG*. 4 ed. s.l.:s.n.

TMG, 2010. *Manual de Organização da TMG Automotive*. 8 ed. s.l.:s.n.

Ulutas, B., 2011. An application of SMED methodology. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, Volume 79, pp. 100-103.

Van Goubergen, D. & Van Landeghem, H., 2002. Rules for integrating fast changeover capabilities into new equipment design. *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, pp. 205-214.

Van Scyoc, K., 2008. Process safety improvement - Quality and target zero. *Journal of Hazardous Materials*, 2 Fevereiro.pp. 42-48.

Wikipedia, 2012. *Wikipedia*. [Online]

Available at: <http://en.wikipedia.org/wiki/> [Acedido em 20 Abril 2012].

Womack, J. & Jones, D., 1996. *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York: Simon & Schuster.

Womack, J., Jones, D. T. & Roos, D., 1990. *The Machine that Changed the World*. New York: Rawson Associates.



ANEXOS

Anexo A – Modo Operatório de Troca de Referência

Modo Operatório de Troca de Referência “Situação Actual”	
Máquinas: Laca D e Laca E	
Operação: Limpeza de Cabeça + Troca de Cilindro + Mudança de Circuito	
Nº	Tarefa
Tarefas Externas	
1	Colocar nova laca perto da Cabeça
2	Abrir Cabeça de Laca na Passagem da Emenda
Tarefas Internas	
3	Buscar Panos de Limpeza
4	Esvaziar Laca
5	Pôr Solvente de Limpeza a Circular
6	Buscar Lixa para a Lâmina
7	Limpar Lâmina
8	Buscar Escova de Bronze para limpar cilindro
9	Limpar Cilindro de Laca
10	Buscar Panos de Limpeza, Espátula e Caneco de Solvente
11	Limpar Cuba, Balseiro e Filtro
12	Retirar Cilindro
13	Buscar Novo Cilindro
14	Instalar Novo Cilindro
15	Efectuar Reset Abertura do Cilindro
16	Retirar Balseiro, Cuba, Bomba e Mangueira
17	Buscar Novo Balseiro, Cuba, Bomba e Mangueira
18	Colocar Novo Balseiro, Cuba, Bomba e Mangueira
19	Colocar Laca a Circular
20	Preencher Folha de Arranque
21	Arranque de Máquina

Modo Operatório de Troca de Referência “Situação Futura”	
Máquinas: Laca D e Laca E	
Operação: Limpeza de Cabeça + Troca de Cilindro + Mudança de Circuito	
Nº	Tarefa
Tarefas Externas	
1	Colocar nova laca perto da Cabeça
2	Buscar Panos de Limpeza e Caneco de Solvente
3	Buscar Lixa para a Lâmina
4	Buscar Escova de Bronze para limpar cilindro
5	Buscar Novo Cilindro
6	Buscar Novo Balseiro, Cuba, Bomba e Mangueira
7	Preencher Pontos da Folha de Arranque
8	Abrir Cabeça de Laca na Passagem da Emenda
Tarefas Internas	
9	Esvaziar Laca
10	Pôr Solvente de Limpeza a Circular
11	Limpar Lâmina
12	Limpar Cilindro de Laca
13	Limpar Cuba, Balseiro e Filtro
14	Retirar Cilindro
15	Instalar Novo Cilindro
16	Efectuar Reset Abertura do Cilindro
17	Retirar Balseiro, Cuba, Bomba e Mangueira
18	Colocar Novo Balseiro, Cuba, Bomba e Mangueira
19	Colocar Laca a Circular
20	Preencher Pontos Restantes da Folha de Arranque
21	Arranque de Máquina



Anexo B – Ficha Auditoria 5 S Cozinha de Lacas

Auditoria 5S

Máquina/Local
Cozinha de Lacas

Pontuação

0 5 10 N/A Total

Observações

Auditoria 5S

Área Auditada: Cozinha de Lacas

Legenda:

0 Não cumpre o critério

5 O critério é parcialmente cumprido

10 O critério é cumprido na totalidade

Eliminar

1.1 Não existem materiais desnecessários nos postos de trabalho ou na sua área circundante

Sacos; caixas; paletes; bidões; componentes; matéria prima; desperdício; peças soltas; etiquetas; etc

1.2 Existe derrame/vazamento ar, óleo, água, matéria, etc

Que possa estar eventualmente a sujar ou em desperdício

1.3 Zona Lacas Reticuladas encontra-se atualizada

Não há lacas fora da validade

1.4 A separação de resíduos efectua-se corretamente na área

Plásticos; Cartão; MP; Restos de Artigo, etc...

1.5 Não existe informação desnecessária, ou desatualizada; ou em mau estado no posto de trabalho

Formulários, etiquetas, instruções de trabalho, ordens de fabrico; arquivo

Ordenar

2.1 De um modo geral a secção passa a impressão de ser um local limpo e organizado

Zonas de armazenamento, suportes de apoio; locais cubas/bidões, Localizações fixas ...

2.2 A zona exterior para colocar bidões vazios encontra-se organizada

Bidões agrupados por cores, bidões sem resíduos

2.3 Os armários e estantes estão ordenados e identificado o conteúdo do seu interior. Arquivo / dossiers estão ordenados e atualizados

traços diagonais, legendado, placards informativos, etc

2.4 Os objectos e equipamentos são guardados após o uso em locais determinados e apropriados

cubas, ferramentas, tubos, mangueiras, ...

2.5 Existem identificações para etiquetas; OE; etc...

FA com identificação

Limpar

3.1 Os processos de limpeza estão a ser seguidos correctamente

Como e o que usar para limpar cada material

3.2 A área de trabalho está limpa, não há lixo no interior das máquinas, no chão e equipamentos, nem ao redor.

Chão, paredes, caixilhos, janelas, portas, secretárias, estantes (interior, exterior e por cima), contentores...

3.3 Os utensílios de trabalho estão limpos (a avaliação inclui utensílios de utilização esporádica e que por isso estão em armários ou gavetas)

cubas, ferramentas, tubos, mangueiras, ...

3.4 Cantos, esquinas escadas encontram-se limpos e desimpedidos

Sujidade nas escadas, matérias encostadas a cantos e esquinas

3.5 Os materiais de limpeza disponíveis no Posto de trabalho são os adequados

Vassouras, detergentes, solventes, equipamento especial, ...

Normalizar

4.1 Todos os tumos cumprem regras de arrumação

Passa muita desarrumação de um turno para outro

4.2 Foram publicados e afixados padrões homogêneos actualizados e estão a ser utilizados correctamente

Zonas de armazenamento rodeadas por uma linha amarela, checklists de limpeza standards, quadros de informação standards, as cores utilizadas são standard, identificações standards, identificação das peças, separação de resíduos

4.3 Existem planos de limpeza? Estão visíveis e aplicados correctamente. As acções 5S aplicadas no Posto de trabalho permitem detectar e visualizar os problemas de segurança, qualidade e produtividade

Máquinas, Layouts; ar

4.4 Existem checklists ou instruções visíveis para o funcionamento das máquinas e equipamentos. Existem indicações especiais de perigo ou regras de reacção em caso de situações imprevisíveis, o equipamento de segurança está em local visível, acessível, identificado e em boas condições de funcionamento.

Ex. o que fazer se uma máquina avançar?

4.5 Existem configurações standard para relatórios da produção e estão a ser utilizados. Estão publicadas em quadro as informações mais importantes para garantir a gestão visual

Etiquetas são correctamente tiradas quer de lacas, quer de resíduos

Rigor

5.1 Todos os colaboradores demonstram uma atitude 5S

recolha de resíduos; plano de manutenção, lubrificação e limpeza, ...

5.2 Existe informação assinalando as possíveis fontes de perigo do local de trabalho e respectivas formas de prevenção. O equipamento de protecção é utilizado e/ou os meios de segurança são respeitados?

Folheto informativo com a sinalética de perigo e sua legendagem, bem como da prevenção necessária

5.3 Utiliza-se o sistema de registo de produção e defeitos rigorosamente em todos os postos de trabalho. Os planos de limpeza e regras 5S publicados, são respeitados tal como foram escritos

Registo de produção no quadro de seguimento de produção; defeitos, sucata, planos 5S...

5.4 Cada coisa está guardada no seu devido lugar, de acordo com a respectiva identificação. As zonas de Armazenamento, corredores e passadeiras são respeitadas

Vassoura, não existem paletes, contentores ou outros objectos a obstruírem as zonas de passagem

5.5 Houve uma evolução ou correcção dos pontos anotados, desde a última auditoria

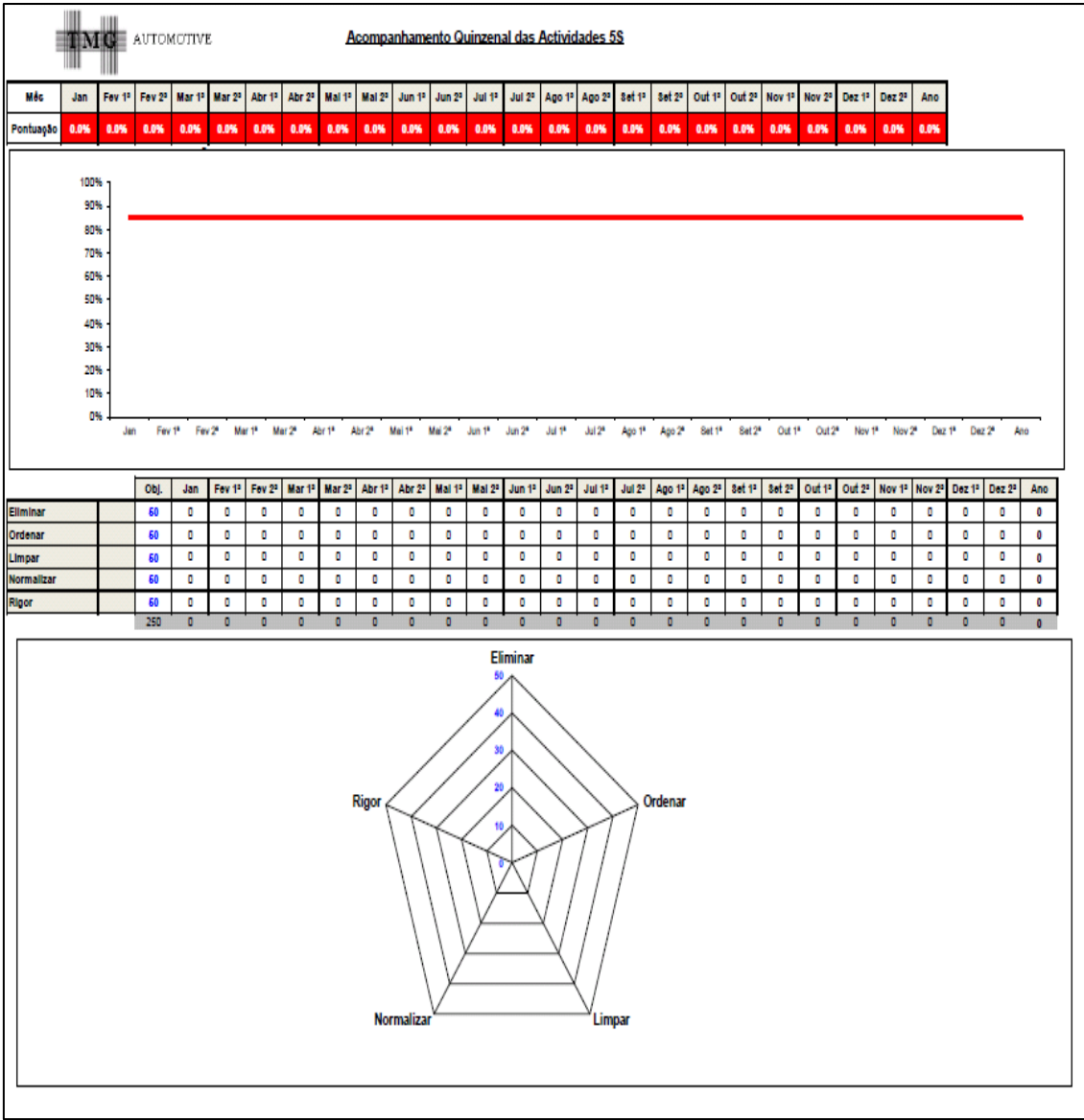
0

0.0%



Anexo C – Ficha de Acompanhamento de Resultados Auditorias

5 S





Anexo D – Posters de Bom Funcionamento da Cozinha de Lacas

Regras de Bom Funcionamento da Cozinha de Lacas

1º Piso:

- Zona de Produção de Lacas, não existe stock só equipamentos;
- Uma palete para resíduos de solventes;
- Uma palete para resíduos de lacas solventes;
- Uma palete para resíduos de lacas aquosas;
- Zona para colocar lacas reticuladas a aguardar fim do prazo de validade;
- Três filas para lacas acabadas de fazer e prontas a entrar em máquina;
- Estante com bidões de solventes de limpeza;
- Três cubas pequenas de solventes de limpeza;
- Local sem lixo, sem aros, sem bidões vazios.

2º Piso:

- Armazém de matérias-primas;
- Duas filas de matérias-primas para lacas solventes;
- Local próprio para matérias-primas para lacas aquosas;
- Local próprio para colocar paletes;
- **TODAS AS MATÉRIAS-PRIMAS TÊM DE FICAR DENTRO DAS LINHAS AMARELAS;**
- Local sem lixo, sem aros, sem bidões vazios.

3º Piso:

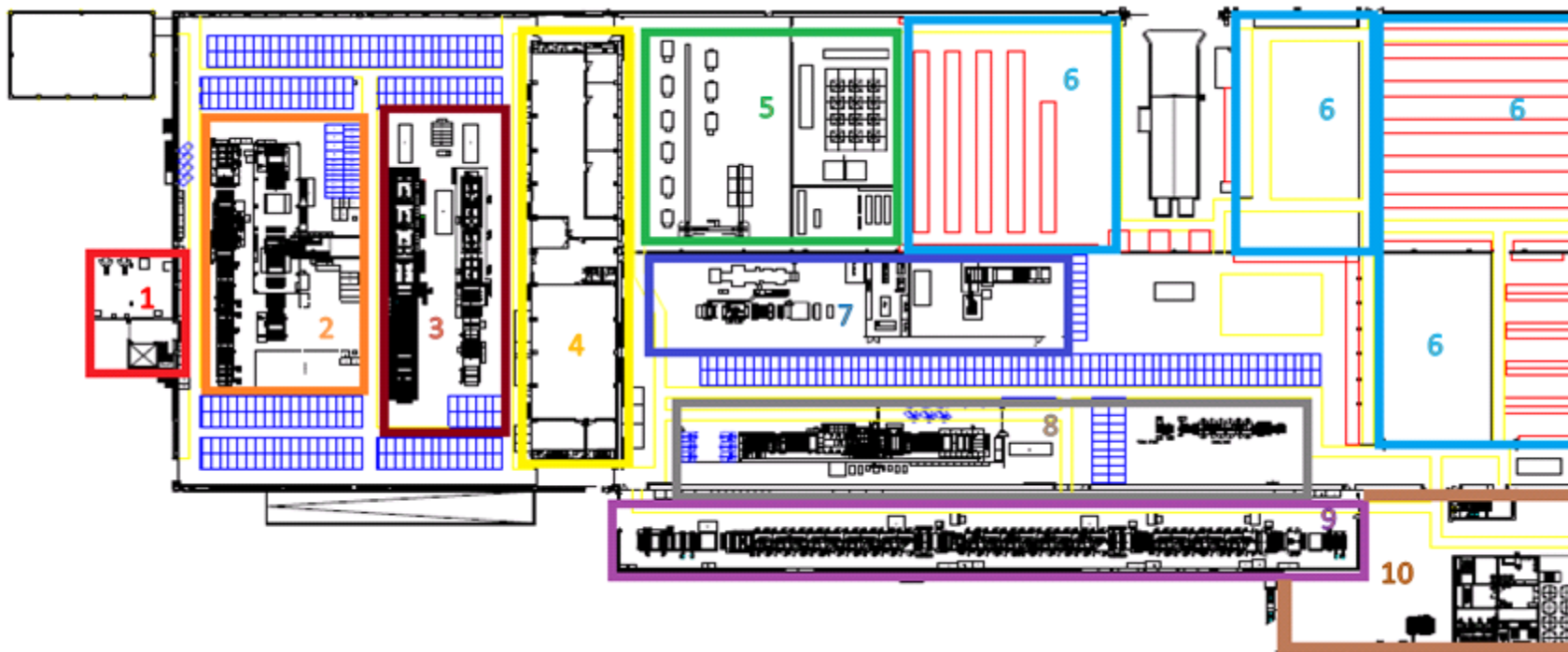
- Armazém de produtos semi-acabados;
- Filas para Lacas solventes;
- Fila para Lacas aquosas e Lacas acrílicas;
- Filas para Tintas;
- Filas para Cubas vazias e limpas;
- **TODAS AS CUBAS/BIDÕES TÊM DE FICAR DENTRO DAS LINHAS AMARELAS;**
- Local sem lixo, sem aros, sem bidões vazios.



Avisos:

- Para efectuar limpeza, utilizar solventes colocados nos Bidões, os solventes das tubagens não são para limpeza;
- Manter todas as matérias dentro das linhas amarelas e corredores limpos e desimpedidos;
- Manter as cubas sempre limpas;
- Logo que existam quatro bidões (uma palete) de resíduos chamar imediatamente a reciclagem;
- É obrigatório sempre que se inicie a produção de uma OE verificar minuciosamente o stock para ver se já existe o que se pretende, quer sejam matérias-primas ou semi-acabados;
- Colocar os carrinhos dentro do elevador;
- Tudo o que não for necessário como aros e outros utensílios, retirar da cozinha de lacas;
- Colocar bidões vazios no exterior para recolha;
- É proibido guardar cubas sujas;
- Nenhum semi-acabado pode ser armazenado com etiqueta verde de “OK”.

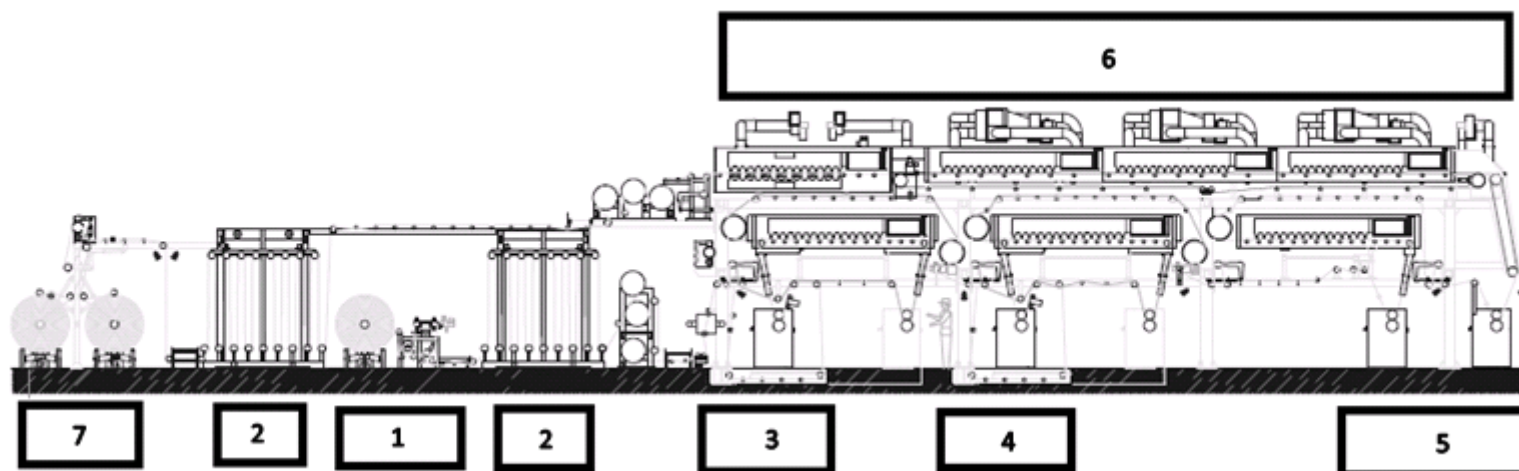
Anexo E – Layout TMG Automotive



LEGENDA:

- 1 – Cozinha de Lacas (Processo Lacagem)**
- 2 – Extrusora B e Gravar C (Processo Extrusão e Gravação)**
- 3 – Lacar D e Lacar E (Processo Lacagem)**
- 4 – Escritórios**
- 5 – Medição/Revista e Confeção**
- 6 – Armazéns de Matéria-Prima**
- 7 – Lacar B, Gravar B e Extrusora A (Processo Lacagem, Gravação e Extrusão)**
- 8 – Gravar D e Máquina Piloto (Processo Gravação e Máquina de Testes)**
- 9 – Tripla B (Processo Recobrimento)**
- 10 – Cozinha de Pastas (Processo Recobrimento)**

Anexo F – Máquina de Lacagem



LEGENDA:

- 1 – Desenrolamento de artigo
- 2 – Acumuladores de artigo
- 3 – 1ª Cabeça de Lacagem
- 4 – 2ª Cabeça de Lacagem
- 5 – 3ª e 4ª Cabeças de Lacagem
- 6 – Estufas
- 7 – Enrolamento de artigo